ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1924.

PRÉSIDENCE DE M. Guillaume BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

UNIONS INTERNATIONALES. — *Compte rendu sommaire de la deuxième Assemblée générale de l'Union géodésique et géophysique internationale tenue à Madrid du 1er au 8 octobre.* Note de M. **A. Lacroix.**

Les Comités nationaux des Unions scientifiques internationales sont placés sous l'autorité morale de l'Académie qui représente officiellement la France au Conseil international de Recherches et dans les organismes qui en dépendent.

En qualité de président du Comité national français de l'Union géodésique et géophysique, je viens donner à l'Académie un bref aperçu de la deuxième Assemblée générale de cette Union qui s'est tenue à Madrid du 1er au 8 octobre, sous la présidence de notre confrère M. Ch. Lallemand.

Cette assemblée a été particulièrement brillante. La délégation française était nombreuse; elle comprenait parmi nos confrères, notre président M. Bigourdan, MM. A. Lacroix, Lallemand, Joubin, Ferrié, notre correspondant M. Mathias et d'autres délégués des diverses sections du Comité et de plusieurs ministères : MM. le colonel Delcambre, Fichot, de La Brosse, le colonel Lamotte, Le Courbe, Le Danois, Liouville, Maurain, le colonel Perrier, F. Rey, Rothé, Roussilhe, Schereschewsky, Watier, Wehrlé.

Cette assemblée de l'Union a été organisée d'une façon parfaite par le Comité espagnol, sous la présidence de M. Cubillo, directeur général, et de M. le lieutenant-colonel Galbis, sous-directeur de l'Institut géographique de Madrid. Rien n'a été négligé pour la rendre à la fois fructueuse

et agréable. Le Palais de la Chambre des Députés, aussi somptueux que confortable, et tous ses services, avaient été mis à notre disposition.

S. M. le Roi a bien voulu présider la séance d'ouverture, recevoir en audience privée le Comité exécutif et donner en l'honneur de toutes les délégations une brillante réception dont l'éclat a été augmenté par la gracieuse présence de S. M. la Reine.

Le Directoire, le Sous-Secrétaire d'État de l'Instruction publique, les Municipalités de Madrid et de Tolède se sont multipliés pour nous recevoir et nous faire apprécier tout le charme de l'hospitalité espagnole. Nous avons pu ainsi, entremêler les séances de travail, d'excursions, de visites aux institutions scientifiques et aux musées, qui nous ont permis d'admirer toutes les merveilleuses richesses artistiques du pays.

Pour chacune de ces excursions ou visites, des instructions imprimées à notre intention nous ont été distribuées. Un très beau guide de l'Espagne richement illustré, a été rédigé spécialement ; pour chaque ville on y trouve non seulement tous les renseignements historiques, artistiques ou pratiques habituels, mais encore de nombreuses données géophysiques et géodésiques que l'on n'est pas accoutumé à trouver dans les ouvrages de ce genre : cette délicate attention a été remarquée et appréciée par nous.

Nous avons rapporté un souvenir inoubliable de la réception que nous avons reçue et constaté avec plaisir les efforts faits en Espagne, pour constituer ou renforcer des organismes géodésiques et géophysiques pourvus des ressources modernes les plus perfectionnées.

Voici un compte rendu sommaire des principaux résultats de cette assemblée, où l'on a beaucoup travaillé : toutes les sections ont tenu un nombre de séances supérieur à celui prévu dans les ordres du jour; celle de Géodésie en particulier, a commencé ses travaux plusieurs jours avant l'ouverture officielle et les a poursuivis avec une très grande activité, en partie due aux efforts de son secrétaire général, le colonel G. Perrier.

SECTION DE GÉODÉSIE.

Soixante-quinze géodésiens venus de tous les points du globe ont pris part aux travaux de la Section. Conformément aux statuts, celle-ci a procédé à l'élection d'un président pour trois ans et d'un secrétaire pour six ans. M. Bowie et le colonel Perrier, président et secrétaire sortants, ont été réélus par acclamation.

La Section n'a pas tenu moins de 13 séances plénières au cours des-

quelles ont été présentés de nombreux rapports : rapports nationaux sur les travaux exécutés dans les différents pays, rapports d'ensemble sur les différentes branches de la Science géodésique (bases, triangulations, etc.).

Une des communications les plus remarquées a été celle de M. Vening Meinesz, ingénieur attaché à la Commission géodésique néerlandaise, sur les déterminations de l'intensité de la pesanteur qu'il a exécutées l'an dernier dans un sous-marin au cours d'un voyage entre la Hollande et les îles de la Sonde, à l'aide de pendules ordinaires du type Sterneck. Si la méthode devient d'un emploi tout à fait pratique et se généralise, on pourra désormais aisément déterminer l'intensité sur mer et obtenir ainsi de nouveaux documents d'une valeur inappréciable pour l'étude de la forme et de la constitution de notre globe. Il serait fort à désirer que la Marine française prît l'initiative de semblables déterminations, en n'en laissant pas le soin exclusif à des Marines étrangères.

La Section n'a pu épuiser son ordre du jour qu'en constituant de nombreuses Commissions qui ont discuté les divers points proposés et préparé les décisions à présenter à l'approbation de la Section. C'est ainsi qu'ont été étudiées les questions suivantes : réglementation internationale à arrêter pour l'exécution et la publication des travaux géodésiques de divers ordres, stabilité des fils et rubans invars employés pour la mesure des bases; systèmes de projections, etc.

L'opération des longitudes mondiales, préconisée par le général Ferrié, a fait l'objet d'un nouvel examen. Les résultats du nouveau Service international des Latitudes, centralisé à l'Observatoire de Misuzawa au Japon, ont été examinés.

Une décision fort importante pour l'unification et l'homogénéité des travaux géodésiques a été prise, l'adoption d'un ellipsoïde de référence international, dont l'emploi est désormais recommandé pour toutes les triangulations futures.

Un certain nombre d'opérations internationales, en cours ou en projet, ont fait l'objet d'études approfondies. Parmi ces opérations plusieurs intéressent la France, comme la jonction des nouvelles triangulations française et belge, en voie d'exécution, et la liaison des triangulations française et espagnole au Maroc (on sait que les Espagnols ont fait franchir à leurs triangles le détroit de Gibraltar), etc.

Les travaux de l'Assemblée de Rome avaient porté surtout sur des questions d'organisation; à Madrid, il a été possible de consacrer à ces dernières moins de temps, et des questions scientifiques d'une haute impor-

tance et d'un vif intérêt ont occupé à peu près exclusivement l'attention de l'Assemblée.

SECTION DE MÉTÉOROLOGIE.

I. Questions générales. — Sur l'initiative du colonel Delcambre à Rome, la Section avait invité la conférence des Directeurs des services météorologiques à examiner s'il n'y avait pas de doubles emplois entre les fonctions des deux organismes. Le Comité, dans sa réunion d'Utrecht (septembre 1923), avait répondu « qu'il ne lui paraissait pas y avoir double emploi, ses fonctions ayant pour but l'étude exclusive des questions qui intéressent tous les services météorologigües nationaux et nécessitent l'utilisation de leurs réseaux propres ». A Madrid, la Section a pris acte de cette déclaration et l'on peut considérer comme réglée la délimitation des champs d'action des deux organismes, la Section de l'Union se réservant le domaine proprement scientifique et la Conférence des Directeurs le domaine technique d'organisation et d'exploitation. Mais le Comité météorologique international (Comité exécutif de la Conférence des Directeurs) s'est adjoint des commissions permanentes, dont certaines ont plus d'un quart de siècle d'existence, et dont l'activité touche parfois à la science pure. Aussi la Section a-t-elle décidé de demander à ce Comité d'envisager s'il n'y avait pas de double emploi entre les attributions de la Section et celles de certaines Commissions scientifiques, émanations du Comité météorologique international et, dans l'affirmative, d'étudier les mesures propres à faire cesser cet état de choses.

Une subvention a été votée au profit d'un travail fort important, celui de l'établissement de *cartes quotidiennes de l'hémisphère Nord* dont l'organisation avait été décidée par le Comité météorologique international.

II. Physique de l'atmosphère. — Des subventions ont été votées pour les études suivantes :

a. Poussières de l'atmosphère (avec les appareils du Dr Owen).

b. Mesure de la radiation solaire (intensité totale et intensités partielles suivant les régions du spectre) dans les zones particulièrement intéressantes et dépourvues de services météorologiques organisés.

Des suggestions ont été présentées au sujet de la mesure de la *transparence de l'eau* et des *rapports entre le temps et le magnétisme terrestre*.

III. Climatologie. — L'étude des *applications de la statistique moderne* à la Climatologie (en particulier substitution de la « médiane » à la moyenne

arithmétique) sera poursuivie par une Commission et figurera à nouveau à l'ordre du jour de la prochaine Session.

Une autre Commission a été chargée d'étudier *l'unification des mesures pluviométriques*.

D'accord avec la Section d'Océanographie, il a été décidé que la Commission de la Méditerranée, après avoir enquêté auprès de tous les Services compétents, grouperait les connaissances actuelles sur l'atmosphère méditerranéenne.

IV. Perfectionnement des réseaux météorologiques. — La Section a émis les vœux suivants dont les trois premiers ont été formulés par la délégation française.

a. Que soit créé dans chaque pays un réseau quotidien d'observation de la *température en altitude* au moyen des *avions* ;

b. Que soit développé, dans toute la mesure du possible, l'*échange radiotélégraphique des observations météorologiques entre l'Amérique du Nord et l'Europe*, et qu'en particulier les États-Unis et la France s'entendent pour assurer la transmission et la diffusion en Europe des observations du Japon et du Pacifique;

c. Que soit créé dans chaque pays un réseau d'observation des *parasites atmosphériques* ;

d. Qu'un réseau d'observations météorologiques soit organisé dans les *îles du Pacifique* ;

e. Que soit institué un *réseau de mesures de la radiation solaire*, à raison, au minimum, d'une station par pays.

V. Météorologie dynamique. — Pour compléter une enquête organisée à Rome en 1922, la Section a décidé de demander à chaque Service central d'exposer sur un exemple (25-26 septembre 1923) sa méthode de prévision du temps. Les réponses, recueillies par le Bureau de la Section, seront publiées par les soins de l'Office national météorologique de France et constitueront un document important sur l'état actuel de la prévision scientifique du temps.

La délégation française a fait une brève communication sur les premiers résultats du dépouillement des 7532 photographies recueillies, particulièrement intéressants quant à la structure *latérale* des systèmes nuageux.

Sondages de la haute atmosphère. — Une subvention a été votée pour l'exploration, par ballons-sondes, de l'atmosphère au-dessus de l'Océan, et, pour un essai de publication internationale, des sondages de la haute atmosphère.

Enfin la Section a émis divers vœux que l'assemblée de l'Union a fait siens. L'un deux se rapporte à une demande au Conseil international des Recherches pour que soit instituée une enquête sur les *Bibliothèques de chaque pays renfermant les documents de travail météorologique.*

SECTION DE MAGNÉTISME ET ÉLECTRICITÉ TERRESTRES.

I. TRAVAUX D'OBSERVATOIRE. — Les méthodes d'observation et de publication ont été discutées ainsi que la question des stations nouvelles établies ou à instituer. Parmi celles-ci a été indiquée la station de mesures relatives à l'électricité atmosphérique établie au Val-Joyeux depuis le début de 1923.

II. TRAVAUX EN CAMPAGNE. — Les réseaux magnétiques sont dans beaucoup de pays en voie de développement. Il a été rendu compte de l'état d'avancement du réseau français, qui sera l'un des plus serrés (1300 stations environ pour la France, soit environ une tous les 20^{km}). Il a été traité également de l'état d'avancement des cartes magnétiques des Possessions françaises, en cours d'exécution par le Bureau central de magnétisme terrestre français.

III. RECHERCHES GÉNÉRALES. — On s'est préoccupé de favoriser l'établissement d'observatoires dans les régions de latitude élevée et d'étudier les méthodes adaptées à l'étude des relations entre les phénomènes de magnétisme et électricité terrestres, les phénomènes cosmiques (activité solaire) et les phénomènes météorologiques. La Section a tenu à cet effet une séance commune avec la Section de Météorologie.

Les travaux de M. Mathias sur l'éclair fulgurant ont été l'objet d'une communication aux Sections de Météorologie et de Magnétisme et Électricité terrestres.

Les délégués français ont pris part à une discussion sur les recherches relatives aux relations entre le champ magnétique terrestre et les séismes, discussion qui a eu lieu à la Section de Sismologie. Il a été indiqué, en particulier, que le réseau magnétique français, étant très serré, permettra une étude des modifications permanentes du champ magnétique terrestre consécutives aux séismes.

SECTION D'OCÉANOGRAPHIE.

Le professeur Odon de Buen, de Madrid, est élu président en remplacement du Prince de Monaco.

La Section a accepté le principe de la rédaction d'un vocabulaire océanographique international sur le plan présenté par M. Rollet de l'Isle.

M. Joubin a été élu président de la Commission pour l'étude de l'Atlantique. Cette Commission a pris une extension considérable, elle a divisé son action en cinq secteurs, dont trois fonctionnent déjà en accord avec des Commissions déjà existantes : celle de l'Atlantique polaire dont le président est M. Schmidt, celle de l'Atlantique européen dont le président est M. Joubin; elles sont rattachées au Conseil international pour l'étude de la mer. Le Secteur de l'Amérique du Nord, dont la France fait déjà partie, est présidé par M. Hutsmann. On a organisé les secteurs de l'Afrique et de l'Amérique latine présidés par M. Liouville.

La Commission pour l'étude du Pacifique fonctionne et a envoyé un rapport sur ses travaux de début et sur ceux qui sont en cours. Un vœu a été émis, sur la proposition de M. Joubin, pour que l'Indo-Chine, qui a les navires et laboratoires nécessaires, collabore à ces travaux.

Un manuel d'Océanographie est en cours de préparation; le premier volume paraîtra aussitôt que le vocabulaire international sera établi.

Un projet d'exploration international des océans, présenté par M. Petterson, amendé par les océanographes américains, a été adopté.

Sur le rapport de M. Fichot, une Commission mixte d'Océanographes et de géodésiens a été créée pour l'étude de diverses questions relatives aux marées.

Toutes les questions examinées dans la Section d'océanographie ont une grande importance non seulement pour la Science pure, mais encore pour la navigation et la pêche.

A l'occasion de la réunion de l'Assemblée, la Commission de la Méditerranée, qui est un organisme indépendant, mais qui collabore avec l'Union, a été réunie sous la présidence de notre confrère, M. Vito Volterra. M. Le Danois en a été nommé secrétaire général, en remplacement de M. Richard, démissionnaire pour raison de santé.

Les délégués des divers États riverains ont rendu compte des travaux effectués depuis un an; M. Le Danois a notamment exposé les résultats des croisières françaises obtenus le long des côtes de Tunisie, d'Algérie, du Maroc, en vue de l'étude des fonds de pêche, des migrations du thon, etc. des cartes fort utiles ont été dressées.

SECTION DE SISMOLOGIE.

I. Questions d'organisation. — A la suite de la lecture du Rapport de M. Rothé, secrétaire général, directeur du Bureau central de Strasbourg, les résolutions suivantes ont été prises :

a. La Section continuera les publications du Bureau central sismologique sous la forme qui leur a été donnée jusqu'à présent (fascicules se succédant sans périodicité).

b. Elle approuve la publication, au moins une fois par an, dans un de ces fascicules d'une chronique relatant la vie de la Section.

c. Elle décide que la publication de catalogues généraux, microséismiques ou macroséismiques, ne sera pas reprise. Les délégués des diverses nations veilleront à la publication régulière des catalogues régionaux concernant leurs pays respectifs.

d. Le reliquat provenant de la liquidation de l'ancienne Association sismologique internationale sera utilisé à la publication d'un travail en cours en 1914, d'accord avec les auteurs intéressés.

e. Il est désirable que, dans la mesure où les fonds le permettront, un aide-physicien soit spécialement attaché à titre permanent au Bureau central et chargé des travaux internationaux de longue haleine.

Commission des échanges télégraphiques. — *a*. L'échange des télégrammes entre le Bureau central et les divers observatoires sera étendu dans les limites des disponibilités financières. Des démarches seront faites dans les divers pays, afin d'obtenir, à l'exemple de l'Espagne, la gratuité de l'échange, et l'extension des communications radiotélégraphiques.

b. Des stations convenablement réparties seront choisies dans les différentes régions du globe.

Commission de l'agitation microséismique. — Le rapport de M. Somville et ses projets sont approuvés. Il est décidé que les documents seront envoyés à Uccle et dépouillés sur place. M. Somville procédera au dépouillement et à la publication, d'accord avec le Bureau central, au point de vue des sommes consacrées à ce travail.

II. Rapport de l'état de la Sismologie dans les divers pays. — *a*. La section émet le vœu que le nouvel instrument créé aux États-Unis et décrit par M. Reid, soit comparé au Bureau central sur la plate-forme avec les autres types d'appareils.

b. Les travaux sur les séismes des Alpes exécutés grâce aux documents

fournis par les grands instruments de Zurich et de Strasbourg seront concentrés au Service sismologique suisse. La section sera reconnaissante à ce service d'en prendre la direction.

c. La section est d'avis que les travaux internationaux doivent être répartis entre les divers pays et qu'il y a lieu d'éviter les doubles emplois. Il est inutile de publier deux bulletins mensuels provisoires. Toutes les nations ne collaborant pas encore avec le Bureau central, la section sera reconnaissante au service suisse de bien vouloir transmettre au Bureau central les données qui peuvent faire défaut à ce bureau et que le service suisse pourrait posséder. La publication en sera faite par le Bureau central.

d. Les diverses stations conservent la liberté absolue de leurs publications; le Bureau central donne seulement des indications sur les travaux qui lui paraissent les plus utiles.

e. La Section émet le vœu que des échanges de personnel puissent se faire entre les services des différents pays. Elle charge le Bureau de toutes les démarches utiles pour favoriser ces échanges.

III. Questions diverses. — La Section demande à M. le Président Turner d'introduire dans *The International Summary* l'indication d'une onde condensée ou dilatée par l'addition de la lettre *c* ou *d*. Elle accepte provisoirement les expressions de courbe anaséiste et de courbe kataséiste pour représenter le lieu des points de la Terre où l'on a constaté un mouvement de bas en haut et de haut en bas.

IV. Principales questions scientifiques abordées. — En dehors des questions d'organisation générale qui ont fait l'objet des résolutions ou des vœux énoncés plus haut, la Section a examiné un certain nombre de travaux scientifiques et s'est occupée de ses publications.

La Section publie actuellement :

1° *The International Seismological Summary* à Oxford sous la direction de M. Turner.

2° Un Bulletin sismologique mensuel provisoire, publié à Strasbourg par le Bureau central.

3° Des publications du Bureau central international par fascicules successifs. Série A : *Travaux scientifiques;* série B : *Monographies*.

Une discussion détaillée sur l'interprétation des phases a occupé plusieurs séances de la Section : étude des ondes P soulignés, étude des grandes ondes. M. Rothé a signalé la phase correspondante des ondes réfléchies observées dans les stations éloignées au voisinage de l'antipode

et permettant une détermination approximative de la profondeur du foyer.

La Section a discuté la valeur des différentes tables donnant les vitesses de propagation; elle est d'avis de laisser leur emploi à l'appréciation de chacun. M. Rothé a fait observer que pour les travaux de précision, il faut reprendre l'étude détaillée de la courbe de propagation pour chaque tremblement de terre particulier; il a indiqué que, pour l'étude des tremblements de terre rapprochés, il y aurait lieu d'entrer dans la voie expérimentale et il a décrit une méthode nouvelle de mesure fondée sur l'emploi des oscillations électriques en ondes entretenues.

Un des points principaux abordés a consisté dans les études de nivellement de précision après les tremblements de terre. Cette question mise à l'ordre du jour par le Comité National des États-Unis a fait l'objet d'une intéressante communication de M. Reid; M. Matsuyama, délégué du Japon, a exposé un travail « Sur les phénomènes d'affaissement et de surélévation dans la baie de Yokohama ».

Beaucoup de Délégués ont présenté un Mémoire détaillé sur l'état de la sismologie dans leurs pays respectifs et la Section a salué avec plaisir la création d'une station au Siam.

M. Rizzo a appelé l'attention sur ce que l'influence des tremblements de terre sur les variations du magnétisme terrestre n'est pas complètement élucidée; la Section a émis le vœu que l'étude de cette question soit poursuivie dans les années ultérieures. Le P. Navarro a insisté sur l'utilité de l'adoption universelle d'une seule échelle d'intensité.

SECTION DE VOLCANOLOGIE.

I. Organisation générale. — M. Fernandez Navarro est nommé vice-président à l'unanimité.

Après avoir pris connaissance du rapport de M. Malladra, secrétaire général, sur le fonctionnement du Bureau central établi à Naples par décision de l'Union dans sa première assemblée générale de Rome, il a paru qu'il n'était ni pratique ni désirable de maintenir à l'Observatoire du Vésuve le Bureau central qui, en cas de grande éruption, deviendrait inabordable, au moment même où l'affluence de savants étrangers en rendrait l'utilisation le plus nécessaire. Il a donc été décidé de le transporter, avec les collections et la bibliothèque, dans la ville de Naples et la Section a voté un vœu demandant au Recteur de l'Université, le professeur Zambonini, dont

les travaux sur le Vésuve sont universellement connus, de vouloir bien lui donner l'hospitalité.

La périodicité trimestrielle a été décidée pour le *Bulletin volcanologique*, organe de la section, dont le premier fascicule vient de paraître.

Ce bulletin doit, en particulier, renfermer la bibliographie de toutes les publications concernant le volcanisme compris de la façon la plus large, le mode de classification à adopter pour cette bibliographie a été longuement discuté et des décisions définitives ont été prises à cet égard.

II. Travaux scientifiques. — De nombreux travaux scientifiques ont été présentés et discutés.

M. F. Navarro a exposé ses recherches sur les volcans des Canaries et, à ce propos, M. A. Lacroix a présenté des observations sur la constitution chimique et minéralogique du groupe des basaltes et sur les modifications chimiques déterminées dans les laves à feldspathoïdes par l'altération de ces minéraux.

M. Matsuyama a présenté, au nom de M. H. Tanakadate, un exposé de l'activité volcanique au Japon de 1913 à 1924.

M. A. Lacroix, au nom du capitaine Etienne Patte, a traité de l'apparition et de la disparition de l'île volcanique des Cendres, sur la côte de Cochinchine, en 1923.

M. Cartheim-Gyllensköld a présenté, de la part de M. Axel Gavelin, directeur du Service géologique de Suède, un Mémoire sur les relations possibles entre le volcanisme et les mouvements du sol (soulèvements et affaissements) en Fennoscandinavie et donné des précisions sur cette question.

M. A. Lacroix a déposé un travail personnel sur la succession des éruptions basaltiques de la Réunion depuis la découverte de cette île au XVIIe siècle jusqu'à nos jours, puis a fait un exposé de la question des laves analcimiques à l'occasion de celles qui, aux époques pliocène et quaternaire, se sont épanchées dans l'Afrique du Nord, en Oranie et dans la portion limitrophe du Maroc.

Enfin M. Malladra a donné un intéressant exposé de l'activité du Vésuve depuis 1922, en insistant sur les phénomènes hawaïens récemment observés dans le cratère.

L'impression dans le Bulletin de tous ces travaux a été décidée.

SECTION D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE.

La création d'une Section d'Hydrologie scientifique avait été décidée à Rome en 1922. Un bureau avait même été nommé, mais l'organisation

était restée en suspens. Une première question s'est posée, celle de savoir s'il y avait lieu d'accueillir la proposition faite de réunir cette section à celle de Météorologie. Cette proposition a été rejetée unanimement par les deux sections intéressées.

La présente session a été consacrée à l'organisation définitive de la section et à l'établissement d'un plan d'études.

RÉUNIONS COMMUNES A DIVERSES SECTIONS.

Lors de la première assemblée générale à Rome, des tentatives ont été faites pour établir une scission entre la géodésie et la géophysique et créer deux unions distinctes. Les géophysiciens avaient été unanimes pour repousser un semblable projet, estimant qu'il y avait le plus haut intérêt à ce que ces deux disciplines restent en étroite connexion. En conséquence, l'Union avait rejeté la proposition.

La sagesse d'une semblable décision est apparue nettement dans la réunion de Madrid. Il est devenu évident que, non seulement géodésiens et géophysiciens ont avantage à tenir leurs sessions unies dans le temps et dans l'espace, mais encore qu'il est indispensable pour certaines questions d'établir une union encore plus intime.

C'est ainsi, en particulier, que, sur la proposition du Comité américain, a eu lieu une réunion commune des sections de géodésie, de sismologie et de volcanologie pour la discussion des méthodes à suivre pour l'étude de la Terre dans les régions d'activité sismique et volcanique. Certaines questions se présentent à l'esprit d'une façon pressante, par exemple la nécessité d'effectuer des nivellements très précis dans les régions occupées par les volcans et de répéter les observations à des intervalles fréquents, afin de voir s'il ne s'y produit pas des mouvements du sol. Il est à désirer que ce travail soit fait par le Service géodésique des régions intéressées. M. Bowie et M. Reid ont mis l'assemblée au courant de l'œuvre effectuée dans ce sens aux États-Unis et à Hawaï.

Sur la demande de M. A. Lacroix, le général Vacchelli a fait, au nom de l'Institut géographique militaire de Florence, la promesse d'effectuer le même travail au Vésuve.

M. Turner a insisté sur l'importance des recherches combinées à entreprendre sur cette question et sur d'autres du même ordre.

M. Eredia met sous les yeux des Sections de très belles photographies du cratère de l'Etna faites par avion et insiste sur l'intérêt que ce genre d'observations présente pour l'étude des volcans. M. Malladra fait remarquer que des observations semblables se font couramment au Vésuve et que de nombreux films cinématographiques ont pu être pris de cette façon.

J'ai indiqué plus haut que d'autres réunions ont eu lieu entre les Sections de Géodésie et d'Océanographie, de Météorologie et de Magnétisme terrestre.

Enfin il est apparu que, dans les prochaines assemblées générales, des dispositions devront être prises pour permettre qu'au moins un certain nombre de séances des sections ne coïncident pas avec celles des sections voisines; beaucoup des délégués, en effet, ont intérêt à suivre les travaux de sections différentes.

A la suite d'élections complémentaires, les Bureaux de l'Union et des Sections sont ainsi constitués jusqu'à la prochaine assemblée qui aura lieu, dans trois ans, à Prague:

Président de l'Union, M. Ch. Lallemand; *secrétaire général*, M. le colonel H. G. Lyons.

Géodésie : *Président*, M. W. Bowie; *vice-président*, M. R. Gautier; *secrétaire général*, M. le colonel G. Perrier.

Sismologie : *Président*, M. H. N. Turner; *vice-présidents*, MM. O'Donnel, Galbis et H. F. Reid; *secrétaire*, M. Rothé.

Météorologie : *Président*, Sir Napier Shaw; *vice-présidents*, MM. Delcambre et Marwin; *secrétaire*, M. F. Eredia.

Magnétisme terrestre : *Président*, M. Chree; *vice-président*, M. L. Palazzo; *secrétaire*, M. L. A. Bauer.

Océanographie : *Président*, M. Odon de Buen; *vice-présidents*, M. l'amiral Sir John Parry, MM. Volterra, Lamb, Joubin, Littlehales et Maurice; *secrétaire*, M. G. Magrini.

Volcanologie : *Président*, M. A. Lacroix; *vice-présidents*, MM. H. Washington et Fernandez Navarro; *secrétaires*, MM. A. Malladra et Gaetano Platania.

Hydrologie scientifique : *Président*, M. B. H. Wade; *vice-président*, M. Wallen; *secrétaire*, M. G. Magrini.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Règles scientifiques pour le renforcement des constructions en maçonnerie.* Note de M. **Charles Rabut.**

Les progrès réalisés dans la construction rationnelle des ouvrages neufs par la division du travail entre le fer soumis à des efforts d'extension et le béton affecté aux efforts de compression s'étendent logiquement à la consolidation des ouvrages existants, où l'observation du même principe permet

de porter à son maximum ce que j'appelle le rendement d'un procédé de construction, c'est-à-dire le rapport de la sécurité à la dépense.

Dans une récente Communication, j'ai traité le problème de la consolidation des constructions métalliques, qui est posé depuis une quarantaine d'années pour les ponts de chemins de fer par l'aggravation du poids, de la vitesse et du nombre des trains et j'ai exposé la solution rationnelle de ce problème, qui est le bétonnage. Après la guerre, les mêmes causes ont posé les mêmes questions à l'égard des ponts en maçonnerie et il apparaît que pour eux le remède consiste dans l'addition d'armatures métalliques. Tous les ouvrages rationnellement renforcés rentreront ainsi dans les conceptions générales du béton armé, dont la construction métallique et la construction en maçonnerie étaient déjà, si l'on veut, deux cas limites et opposés.

Il faut toutefois noter entre ces deux cas limites une différence importante. Une charpente métallique bien conçue ne déroge en rien aux prescriptions rationnelles qui régissent la construction en béton armé; au contraire, si l'on veut considérer, comme la logique l'exige, un ouvrage en maçonnerie comme du béton armé *au pourcentage zéro*, on doit constater que ses dispositions sont *fautives* en ce qu'il subit toujours, en quelqu'une de ses parties, des efforts d'extension non équilibrés par une armature; et en fait, ces efforts produisent des fissures faciles à observer, dans les ponts, à l'intrados de la clé, à l'extrados des joints de rupture et sur les plinthes au-dessus des piles; dans les barrages, au pied de la face amont et vers le haut de la face aval. Fait digne de remarque, les constructeurs, qui voient ces fissures sans émotion depuis des siècles, ne les tolèrent pas dans les ouvrages en béton armé où elles seraient cependant moins dangereuses, étant *cousues* par l'armature. Mais des faits nouveaux viennent maintenant troubler leur ancienne quiétude : sous les effets dynamiques de la circulation moderne, les fissures des ponts s'élargissent; dans les bâtiments industriels, la trépidation des moteurs produit le même effet; dans les barrages, les infiltrations causent, à la longue, des avaries encore plus dangereuses. Le moment est venu d'envisager des consolidations qui, en général, devront remédier non seulement à des lésions récentes, mais à des lésions préexistantes.

Il résulte de ce simple exposé que la première règle à formuler est *d'armer de métal les parties tendues*.

La seconde est de réaliser cette armature avec le minimum de démolition de l'ouvrage existant, ce qui conduit à *appliquer l'armature principale à*

l'extérieur. Pour un pont, ce sera donc à l'intrados des voûtes dans sa partie centrale, et le parti le plus simple consistera dans l'emploi de plaques, de nervures ou de plaques nervées; dans certains cas on les soutiendra par un anneau en béton; mais il sera toujours indispensable, pour que leur efficacité atteigne toute la profondeur de la zone d'extension, de *les clouer à la maçonnerie* au moyen de pitons plats enfoncés au maillet dans les joints et qui constitueront ainsi l'armature secondaire.

Il est évident que si l'on se bornait à cette adjonction de métal, on ne réduirait que les efforts produits par les surcharges qui, dans les ponts en maçonnerie, sont toujours moins importantes que le poids mort. Il est donc nécessaire, à moins qu'il ne s'agisse d'une consolidation préventive, de faire appel à la *synthèse statique* pour faire travailler l'armature sous la charge permanente. D'où une troisième règle, qui est de *soulever la voûte*, dans sa partie centrale, de la hauteur nécessaire pour annuler l'effet du poids mort, avant d'assujettir définitivement l'armature principale; et comme cette opération aura pour effet d'ouvrir des joints qui étaient écrasés par un excès de compression, il y aura lieu de les remplir par une *injection de mortier de ciment*.

L'opération du soulèvement, très facile pour les petites voûtes, entraîne pour les grandes une certaine dépense qu'augmentera, le cas échéant, la nécessité de maintenir la circulation sur le pont pendant les travaux. Il en résulte que pour les ouvrages de grande ouverture, la *consolidation préventive* est à recommander. Je l'ai, dès 1900, appliquée suivant les règles 1 et 2 ci-dessus, à la voûte du tunnel de Meudon, appelée à supporter, après tassement du sol, une charge permanente de 15^{atm} (75^{m} d'épaisseur de sable mouillé de densité double de celle de l'eau) et je suis conduit maintenant à l'envisager pour un grand nombre de ponts sous voies ferrées.

J'ai aussi à m'occuper de consolider des barrages existants. Dans ces ouvrages, les efforts d'extension doivent, en général, être supposés exister tangentiellement à la face amont et toujours normalement à la face aval.

Les premiers doivent être combattus par l'addition d'une plaque de tôle fixée par des pitons sur la face amont, les seconds par des contreforts en béton armé construits à l'aval du barrage.

La synthèse statique doit être appliquée en supprimant la retenue pendant l'exécution des travaux si la dépense qui en résulte n'est pas excessive.

M. **Louis Joubin** fait hommage à l'Académie de l'ouvrage qu'il vient de publier, en collaboration avec M. **Ed. Le Danois**, sous le titre : *Catalogue illustré des animaux marins comestibles des côtes de France et des mers limitrophes avec leurs noms communs français et étrangers.* Première partie : *Poissons osseux.*

M. **Daniel Berthelot** fait hommage à l'Académie de son ouvrage : *La science et la vie moderne.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° René Bourret. *Contributions à l'étude des roches éruptives indo-chinoises.*

2° H. Ollivier. *Travaux pratiques de physique générale* exécutés à l'Institut de physique de la Faculté des Sciences de Strasbourg en vue du certificat d'études supérieures de physique générale. Première série. (Présenté par M. A. Cotton.)

M. le **Directeur de l'Office national météorologique** prie l'Académie de bien vouloir désigner un de ses Membres qui remplacera, dans la Section scientifique de l'Office, M. *J. Violle*, décédé.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les familles complexes.* Note de M. **Paul Montel.**

1. Considérons un système (S) de ν fonctions de la variable complexe z

$$(S) \qquad g_1(z),\quad g_2(z),\quad \ldots,\quad g_\nu(z),$$

holomorphes dans un domaine (D). Tous les systèmes de ν fonctions déduits de (S) au moyen de ν combinaisons linéaires à coefficients constants dont le déterminant n'est pas nul seront dits systèmes équivalents.

On appellera *combinaison exceptionnelle* pour le système (S), tout poly-

nome du premier degré en $g_1, g_2, \ldots, g_\nu$, à coefficients constants

$$\lambda_0 + \lambda_1 g_1 + \lambda_2 g_2 + \ldots + \lambda_\nu g_\nu$$

qui ne s'annule pas dans (D). Nous dirons que l'expression précédente est un polynome linéaire, et nous appellerons forme linéaire correspondante celle qu'on déduit du polynome linéaire par la suppression de la constante λ_0.

Supposons que les fonctions $g_1, g_2, \ldots, g_\nu$ soient entières et que l'une d'elles au moins ne soit pas un polynome. On peut énoncer la proposition suivante relative au cas où le domaine (D) contient le point à l'infini.

Théorème. — *Un système de ν fonctions entières ne peut admettre plus de $2\nu - 1$ combinaisons exceptionnelles à l'extérieur d'un cercle lorsque $\nu + 1$ de ces combinaisons et ν des formes linéaires correspondantes sont toujours indépendantes.*

Appelons combinaisons exceptionnelles du premier type celles qui sont égales à des polynomes entiers en z; les autres seront du second type. Avec les mêmes hypothèses :

Le nombre des combinaisons exceptionnelles du premier type ne peut dépasser $\nu - 1$. Le nombre des combinaisons exceptionnelles du second type ne peut dépasser ν.

Le nombre des combinaisons exceptionnelles est le même pour tous les systèmes équivalents.

2. Nous dirons que ν combinaisons linéaires forment un tableau triangulaire si on peut les mettre sous la forme

$$\begin{array}{l} \lambda_0^1 + \lambda_1^1 g_1, \\ \lambda_0^2 + \lambda_1^2 g_1 + \lambda_2^2 g_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \lambda_0^\nu + \lambda_1^\nu g_1 + \lambda_2^\nu g_2 + \ldots + \lambda_\nu^\nu g_\nu. \end{array}$$

Les λ_i^j sont des constantes et aucun λ_i^i n'est nul : nous supposerons dorénavant que tous les λ_i^i sont remplacés par l'unité.

Étant données 2ν combinaisons linéaires, on ne peut pas en général les répartir en deux tableaux triangulaires. Afin qu'il en soit ainsi pour un système équivalent à (S), il faut que les λ_i^j vérifient $\frac{\nu(\nu-1)}{2}$ conditions. Dans le cas où 2ν combinaisons forment deux tableaux triangulaires, nous appellerons « combinaisons associées » deux combinaisons qui contiennent le même nombre de variables.

Considérons une famille complexe, c'est-à-dire un ensemble de systèmes (S) de ν fonctions $g_1, g_2, \ldots, g_\nu$. Nous appellerons *famille complexe normale* une famille complexe telle que, de toute suite infinie de systèmes de cette famille, on puisse extraire une suite partielle

$$(S_n) \qquad g_1^{(n)}, \quad g_2^{(n)}, \quad \ldots, \quad g_\nu^{(n)},$$

convergeant uniformément vers un système limite

$$(S_0) \qquad g_1^0, \quad g_2^0, \quad \ldots, \quad g_\nu^0$$

à l'intérieur du domaine (D) où la famille est définie. En d'autres termes, ε étant arbitrairement petit, on aura pour n assez grand

$$|g_i^{(n)} - g_i^0| < \varepsilon \qquad (i = 1, 2, \ldots, \nu),$$

quel que soit z dans un domaine complètement intérieur à (D). Certaines des fonctions limites g_i^0 peuvent être des constantes finies ou la constante infinie. Dans ce dernier cas, l'inégalité précédente est remplacée par l'inégalité

$$\left|\frac{1}{g_i}\right| < \varepsilon.$$

On démontre la proposition suivante :

Théorème. — *Si une famille complexe possède dans un domaine* (D) 2ν *combinaisons exceptionnelles formant deux tableaux triangulaires, cette famille est normale lorsque, en un point intérieur à* (D), *les valeurs de deux combinaisons associées sont toujours différentes.*

Pour $\nu = 1$, on retrouve le théorème connu relatif aux familles de fonctions admettant deux valeurs exceptionnelles. Pour $\nu > 1$, une famille complexe admettant 2ν combinaisons exceptionnelles peut ne pas être normale.

Dans le théorème précédent, on peut remplacer la famille donnée par une autre obtenue en substituant au système (S) un système équivalent. Il suffit qu'une de ces familles soit normale pour qu'elles le soient toutes; donc, il suffit que les combinaisons exceptionnelles puissent former deux tableaux triangulaires pour un système équivalent à (S).

Dans le cas où les fonctions $g_i(z)$ sont méromorphes dans (D), l'existence d'une seule combinaison exceptionnelle permet de trouver un système équivalent formé de fonctions holomorphes. Pour que la famille soit normale, il suffit de pouvoir trouver $2\nu + 1$ combinaisons exceptionnelles donnant naissance, pour ce système équivalent, à deux tableaux triangulaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations intégro-différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. MAURICE GEVREY.

1. Envisageons d'abord une fonction inconnue u de deux variables indépendantes. Soient deux points $P(x, y)$ et $\Pi(\xi, \eta)$. Posons

$$\mathcal{F}(P; u) \equiv A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + c\,u,$$

$$\mathcal{F}_1(P, \Pi; u) \equiv A_1\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + 2B_1\frac{\partial^2 u}{\partial \xi\,\partial \eta} + C_1\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} + a_1\frac{\partial u}{\partial \xi} + b_1\frac{\partial u}{\partial \eta} + c_1 u,$$

les coefficients de $\mathcal{F}$ étant fonctions de P et ceux de $\mathcal{F}_1$ fonctions de P et de Π. Nous nous proposons de résoudre les équations de la forme

$$(1)\quad \mathcal{F}(P; u) + \int\int_D \mathcal{F}_1(P, \Pi; u)\, d\omega_\Pi + \int_C\left[\alpha(P, m)\frac{\partial u}{\partial x'} + \beta\frac{\partial u}{\partial y'} + \gamma u\right]ds + f(P) = 0,$$

que nous appellerons *équation intégro-différentielle* du type elliptique (E), hyperbolique (H) ou parabolique (P), suivant que $AC - B^2$ est positif, négatif ou nul. D désigne le domaine où l'on veut calculer u, et C le contour bordant ce domaine et portant les données *dans les mêmes conditions que pour une équation aux dérivées partielles ordinaire;* $d\omega_\Pi$ est un élément de D entourant Π et $m(x', y')$ un point courant de C.

2. Supposons l'équation du type elliptique : D est alors un domaine borné, limité par la courbe fermée C et l'on se donne sur C, d'une manière générale, une relation linéaire entre u et ses dérivées premières. Pour calculer u à l'intérieur de D, on peut procéder de plusieurs manières : indiquons-en deux.

Soit $\mathcal{G}$ la fonction de Green permettant de résoudre, *pour l'équation* $\mathcal{F} = 0$, le problème aux limites énoncé : nous avons appris antérieurement à former $\mathcal{G}$ (1). L'équation (1) peut s'écrire $\mathcal{F} - z(P) = 0$, z étant une fonction inconnue. La formule fondamentale, relative à cette équation en u et à son adjointe, donne alors

$$u(P) = \int\int_D \mathcal{G}(\Pi, P)\, z(\Pi)\, d\omega_\Pi + F(P),$$

F étant une fonction connue dépendant des coefficients de $\mathcal{F}$ et des données.

Substituant cette valeur de u dans l'équation (1), on trouve, après quelques

(1) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 610 et 839.

transformations d'intégrales, une équation de la forme

$$(2) \qquad z(\mathrm{P}) + \iint_{\mathrm{D}} k(\mathrm{P}, \Pi)\, z(\Pi)\, d\omega_{\Pi} = \varphi(\mathrm{P}),$$

φ étant une fonction connue et le noyau k présentant en P un pôle d'ordre < 2 : c'est donc une équation de Fredholm d'un type classique. Nous faisons ici sur le contour les mêmes hypothèses qu'antérieurement ([1]); quant aux données, elles doivent être telles que les dérivées de F, substituées dans (1), conduisent à des intégrales ayant un sens. Dans bien des cas, la continuité suffira, mais nous ne pouvons entrer dans le détail de ces discussions.

3. Un cas particulièrement important du type elliptique est celui de l'équation ([2])

$$(1^*) \qquad \mathcal{F}^* \equiv \mathcal{F}(\mathrm{P};\, u) + \iint_{\mathrm{D}} \mathrm{H}(\mathrm{P}, \Pi)\, u(\Pi)\, d\omega_{\Pi} + f(\mathrm{P}) = 0.$$

Soit $\mathcal{H} = 0$ l'équation adjointe de $\mathcal{F} = 0$: envisageons l'équation

$$(3) \qquad \mathcal{H}^* \equiv \mathcal{H}(\mathrm{P};\, v) + \iint_{\mathrm{D}} \mathrm{H}(\Pi, \mathrm{P})\, v(\Pi)\, d\omega_{\Pi} = 0.$$

On constate alors que l'intégrale $\mathrm{I} = \iint_{\mathrm{D}} (v\mathcal{F}^* - u\mathcal{H}^*)\, dx\, dy$ se transforme en une intégrale curviligne prise le long de C. Soit alors un problème aux limites donné pour u. Remplaçons v par une intégrale $\mathcal{G}^*$ de l'équation (3) satisfaisant aux mêmes conditions aux limites et ayant la même forme que la fonction de Green $\mathcal{G}$ qui correspondrait à ce problème pour l'équation $\mathcal{F} = 0$: la formule fondamentale $\mathrm{I} = 0$ nous donne alors la valeur de u en tout point de D. La fonction $\mathcal{G}^*$ s'obtient par la même méthode que $\mathcal{G}$ ([3]) : son calcul nécessite la résolution d'une équation de Fredholm. Ici donc *une seule équation intégrale suffit pour calculer u* et nous n'avons pas à passer par l'intermédiaire de l'équation (2).

4. On peut d'ailleurs ramener la forme (1) à la forme (1*). Pour un problème aux limites donné, des transformations d'intégrales permettent en effet (si toutefois les coefficients admettent les dérivées nécessaires) de

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 611.

([2]) Cf. G. Bertrand, *Annales de l'École Normale*, t. **40**, 1923, p. 203.

([3]) *Loc. cit.*, éq. (3) et (4).

mettre l'équation (1) sous la forme

$$\mathcal{F}(\mathrm{P};\, u) + \int\!\!\int_{\mathrm{D}} \mathrm{K}(\mathrm{P}, \Pi)\, \mathcal{F}(\Pi;\, u)\, d\omega_\Pi + \int\!\!\int_{\mathrm{D}} \mathrm{H}_1(\mathrm{P}, \Pi)\, u_\Pi\, d\omega_\Pi + \mathrm{F}(\mathrm{P}) = 0,$$

F étant une fonction connue. On en conclut que u est solution d'une équation de la forme (1^*), où H désigne le résultat de la composition de H_1, avec le noyau résolvant relatif à K. Nous avons ainsi un second procédé de résolution de l'équation (1) au moyen d'une fonction G^*.

5. Les méthodes précédentes peuvent être appliquées, avec les modifications nécessaires, aux types hyperboliques (H) ou paraboliques (P). Dans le cas des équations (1^*), on pourra former une fonction de Riemann pour (H) [problème de Cauchy] ou une fonction de Green pour (P), qui seront solutions d'une équation analogue à (3).

Toutefois, si les premiers termes de l'équation (1) ont été ramenés à la forme canonique $\frac{\partial^2 u}{\partial x\, \partial y}$ pour (H) ou $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial y}$ pour (P) [avec $\mathrm{C}_1 = 0$], la méthode des approximations successives conduit sans peine au calcul de u. Cette même méthode fournit également la solution quand l'équation intégro-différentielle n'est pas linéaire en $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$ et u (1).

6. L'extension au cas de n variables $x_1, \ldots, x_n$ se fait aisément. Dans le type (E) $\mathcal{F}$ est de la forme $\Sigma a_{ik} \frac{\partial^2 u}{\partial x_i\, \partial x_k} + \Sigma b_i \frac{\partial u}{\partial x_i} + cu$, en supposant la forme $\Sigma a_{ik} \mathrm{X}_i \mathrm{X}_k$ définie. Le calcul de $\mathcal{G}$ se fait alors comme nous l'avons expliqué (2). Dans le type (P) à $n+1$ variables, il faut ajouter à $\mathcal{F}$ (et à $\mathcal{F}_1$) le terme $-\frac{\partial u}{\partial y}$ et procéder pour le calcul de $\mathcal{G}$ suivant la méthode que nous avons indiquée (3).

Pour les deux types, $\mathcal{G}^*$ s'obtient également par le même procédé qu'au n° 3.

---

(1) On peut se proposer, pour l'équation (1^*) de type elliptique canonique ($\mathrm{A}_1 = \mathrm{C}_1 = 1$, $\mathrm{B}_1 = 0$), de résoudre le problème de Dirichlet avec le minimum d'hypothèses. La méthode que j'ai donnée dans les *Annales de l'École Normale*, t. 35, 1918, p. 129, peut s'appliquer ici. Il suffit de supposer : 1° que les données sont continues; 2° que les coefficients de $\mathcal{F}$ satisfont aux mêmes conditions que la densité d'un potentiel logarithmique vérifiant la relation de Poisson (*loc. cit.*, p. 149); 3° que le contour C peut être transformé en un cercle par une représentation conforme conservant aux coefficients la propriété n° 2.

(2) *Loc. cit.*, p. 612.

(3) *Ibid.*, p. 841.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Borel et sur une généralisation de la théorie de M. Picard-Landau* (1). Note (2) de M. **André Bloch**, transmise par M. Émile Borel.

Un théorème classique de M. Borel (3), à peu près incompris jusqu'à présent, est le suivant :

Soient $G_1, G_2, \ldots, G_{n+2}$; $H_1, H_2, \ldots, H_{n+2}$ *des fonctions entières de* z, *ou des fonctions holomorphes dans le voisinage d'un point essentiel isolé à l'infini. Si les* G_i *sont inférieurs en module maximum à* $e^{\mu(r)}$ *et les* $H_i - H_k$ *supérieurs en module maximum à* $[\mu(r)]^{1+\alpha}$, *l'identité*

$$\Sigma G_i(z)\, e^{H_i(z)} = 0$$

exige que tous les G *soient identiquement nuls.*

Le cas le plus important est celui où les G n'admettent pas effectivement le point à l'infini pour point essentiel ; le théorème s'énonce alors comme il suit :

Soient des fonctions en nombre quelconque, uniformes dans le voisinage d'un même point qu'elles admettent effectivement pour tout point essentiel isolé, et dont la somme n'est pas identiquement nulle. Alors, dans un cercle, si petit soit-il, contenant ce point, se présente une des circonstances suivantes : une des fonctions devient nulle ou infinie, ou bien leur somme devient égale à l'unité.

Pour obtenir les théorèmes en termes finis correspondant à cette dernière proposition, il est nécessaire de donner plus de précision aux propositions préliminaires utilisées par M. Borel dans sa démonstration (*loc. cit.*). En ce qui concerne les dérivées, cela ne présente aucune difficulté. Le point important consiste à mettre sous une forme appropriée le théorème de M. Hadamard sur le minimum du module ; la suivante, entièrement conforme à l'ordre d'idées développé par M. Borel, suffit à l'objet en vue ; on peut l'établir en suivant une marche indiquée par M. Valiron (4).

Soit $f(z)$ *une fonction égale à* 1 *pour* $z = 0$, *et holomorphe dans un cercle*

---

(1) Errata de la Note des *Comptes rendus* du 16 juin 1924 : page 2051, ligne 5, à partir du bas, *lire :* $x^2 + y^5 - 1 = 0$; ligne 4, à partir du bas, *lire :* établi par M. Landau dans les *Rendiconti di Palermo*, 1922.

(2) Séance du 22 septembre 1924.

(3) *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta math.*, t. 20, 1896-1897, p. 387).

(4) *Recherches sur la théorie de M. Picard dans les fonctions entières* (*Ann. de l'Éc. Norm.*, t. 39, 1922, p. 333).

indéterminé de centre origine; soit $M(r)$ *son module maximum pour* $|z| = r$. *Dès que* $M(r) > 2$, *l'inégalité*

$$\log |f(z)| > -[\log M(r)]^{1+\alpha}$$

est vérifiée dans le cercle d'holomorphie, sauf peut-être dans des couronnes pour lesquelles la variation totale de $\log r$ *ne dépend que de* α $\left(\text{se réduit à une constante numérique si } \alpha = \frac{1}{100}\right)$.

L'application de la méthode de M. Borel conduit, à l'aide de ce lemme, à des propositions en termes finis relatives au cas d'un nombre quelconque de fonctions; pour abréger, nous les énonçons seulement pour $n = 2$.

Soient

$$f(z) = a_0 + a_1 z + \ldots; \qquad g(z) = b_0 + b_1 z + \ldots$$

deux fonctions holomorphes dans le cercle $|z| < 1$, *ne s'y annulant pas, et dont la somme n'y devient pas égale à l'unité.*

1° *Si le point* (a_0, b_0) *est arbitraire, on peut assigner à* a_1 *et* b_1 *(et de même à* a_i *et* b_i*) des bornes supérieures dépendant uniquement de* (a_0, b_0).

2° *Si le point* (a_0, b_0) *satisfait à* $a_0 + b_0 = 0$, *et est par ailleurs arbitraire,* $a_1 + b_1$ *admet une borne supérieure dépendant uniquement de* (a_0, b_0). *Si* $a_0 = 1$, b_0 *arbitraire,* a_1 *admet une borne supérieure dépendant uniquement de* (a_0, b_0). *De même si* $b_0 = 1$, mutatis mutandis.

3° *Si* $a_0 = b_0 = 1$, $a_1 b_1$ *est borné supérieurement par une constante numérique. Si* $a_0 = 1$, $b_0 = -1$, *c'est* $a_1(a_1 + b_1)$. *Si* $a_0 = -1$, $b_0 = 1$, *c'est* $b_1(a_1 + b_1)$.

Plus généralement :

Soient dans le plan projectif quatre droites fixes P, Q, R, S, *en position générale, les premiers membres de leurs équations satisfaisant à* $P + Q + R + S = 0$. *Les coordonnées d'un point* M *de ce plan sont à l'intérieur du cercle* $|z| < 1$ *fonctions méromorphes de la variable* z; *pour* $|z| < 1$, *le point* M *ne vient sur aucune des quatre droites; il a pour* $z = 0$ *une position* M_0. *Alors, lorsque* z *demeure intérieur au cercle* $|z| < \rho < 1$, *les quantités suivantes admettent des bornes supérieures et inférieures dépendant uniquement de* M_0 *et* ρ :

Si M_0 *est arbitraire, ce sont les rapports respectifs de* P, Q, R, S. *Si* M_0 *est sur une diagonale* $P_0 + Q_0 = R_0 + S_0 = 0$, *ce sont* $\frac{P}{Q}$ et $\frac{R}{S}$. *S'il est à l'intersection de deux diagonales :* $P_0 = Q_0 = -R_0 = -S_0$, *c'est* $\frac{PQ}{RS}$.

Le théorème suivant, non démontré, est probablement exact :

Soient

$$f(x, y, \ldots, t), \quad g(x, y, \ldots, t), \quad \ldots, \quad k(x, y, \ldots, t),$$

n fonctions de n variables déterminées à l'intérieur de la variété hermitienne

$$\frac{x\bar{x}}{A} + \frac{y\bar{y}}{B} + \ldots + \frac{t\bar{t}}{E} - 1 = 0,$$

où A, B, ..., E *sont positifs; elles y sont supposées holomorphes, ne s'y annulent pas, et leur somme n'y devient pas égale à l'unité; elles prennent à l'origine des valeurs* a_0, b_0, ..., e_0. *Dans ces conditions, on peut assigner au déterminant fonctionnel*

$$\frac{\partial(f, g, \ldots, k)}{\partial(x, y, \ldots, t)} \quad (x = y = \ldots = t = 0)$$

une borne supérieure dépendant uniquement du point (a_0, b_0, ..., e_0) *et du produit* AB...E.

Dans la théorie de Picard-Landau, les résultats les plus complets sont obtenus à l'aide de la fonction modulaire, laquelle réalise l'uniformisation la plus naturelle de la droite à trois points lacunaires. Ici, les résultats les plus complets seront vraisemblablement fournis par la considération de certaines fonctions hyperfuchsiennes, réalisant l'uniformisation la plus naturelle du plan à quatre droites totalement lacunaires, de l'espace à cinq plans totalement lacunaires, etc. La détermination effective de ces fonctions serait sans doute un problème du plus haut intérêt.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques changements récemment observés sur Mars avec la lunette de* 0^m,83 *de l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. H. Deslandres.

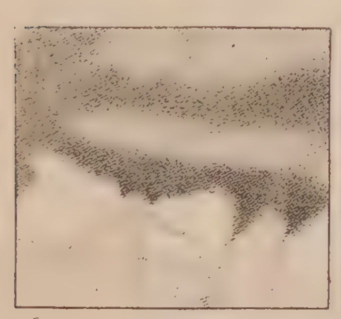
Les plages foncées de Mars ont été souvent plus ou moins effacées, pendant l'opposition actuelle, par des voiles jaunes. Quant aux nuages blanchâtres de la planète, nous ne les avons observés surtout que comme des projections sur le terminateur.

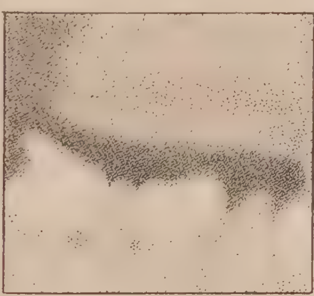
Indépendamment de ces modifications survenant dans l'atmosphère de Mars, nous avons assisté, en 1924, à des changements très probables de la surface même de la planète, qui sont les suivants :

1° Le lac dit Trivium Charontis, la traînée du Cerberus, et le Pambotis Lacus sont apparus, depuis le début d'août, très développés et noirâtres.

2° Un amincissement marqué de la base de Deucalionis Regio a été reconnu par M. Baldet.

3° Le détroit dit Pandoræ Fretum est resté invisible, comme en 1911, jusqu'en ces derniers temps, alors qu'en 1909, on le voyait plus large et presque aussi foncé que le Sinus Sabæus (*fig.* 1 à 3).





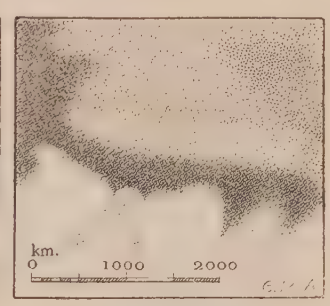
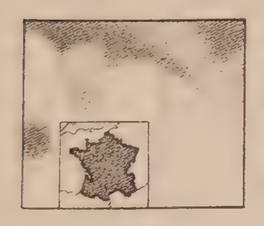
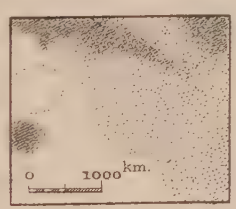


Fig. 1. — 1909. Fig. 2. — 1911. Fig. 3. — 1924.

Changements à période irrégulière de Pandoræ Fretum, sur Mars.
Ce détroit se voit dans la bande sombre horizontale du premier dessin. La traînée foncée inférieure est le Sinus Sabæus.

4° Entre le 2 et le 3 août, les régions d'Æthiopis et d'Amenthes, rosées claires en juin, se couvrirent d'une grisaille plus de deux fois supérieure en surface à la France, grisaille qui s'est encore développée en septembre (*fig.* 4 à 7).





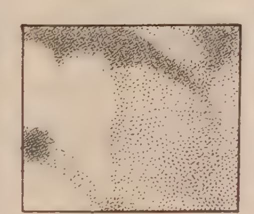




Fig. 4. — 2 août. Fig. 5. — 3 août. Fig. 6. — 4 septembre. Fig. 7. — 5 septembre.

Changements rapides observés, en 1924, sur les régions continentales d'Æthiopis et d'Amenthes, sur Mars.

5° L'estompage d'Icaria a reculé de 400^{km} depuis 1909.

Le changement de coloration, du vert au brun, de certaines plages foncées a été non moins remarquable. Aussitôt après les premières observations de 1924, les régions entourant les neiges australes ont paru verdâtres. Mais le 21 juin, Hellespontus, un large chenal (voir *fig.* 8),

fut observé brun. Le 9 août, je constatai que la calotte polaire était entourée d'une tache brune intense. Les observations ultérieures ont toutes montré cette teinte brune, qui gagnait de proche en proche des plages de plus en



Fig. 8. — Projection stéréographique de l'hémisphère austral de Mars, d'après les observations faites à l'Observatoire de Meudon, en 1924, montrant le changement de coloration du vert au brun de quelques plages foncées. (Sur ce dessin, les hachures simples indiquent les taches vues colorées en brun pur; les hachures croisées, celles qui ont paru d'un brun lilas.)

plus éloignées du pôle sud, tout en se décolorant progressivement, et en prenant un ton roux dans le voisinage des neiges. Le 19 septembre, la limite inférieure de la tache brune atteignait, par 50° de longitude aréographique, la latitude australe de 30°.

Pendant ce temps, quelques-unes des plages sombres, appelées mers, prenaient, partiellement ou totalement, une teinte analogue, quoique pas identique. C'est ainsi que, le 2 septembre, M. Baldet observait une coloration brune, où nous voyions aussi une teinte lilas, sur le Mare Tyrrhenum; et que, le même jour, je remarquai la même couleur brune lilas dans la partie supérieure du Mare Hadriacum. Le 5 septembre, Læstrygonum Sinus et la partie avoisinante à l'Ouest (sur Mars) du Mare Cimmerium offraient la même coloration brune lilas; et le 15 septembre, toute la partie orientale du Mare Sirenum était, à son tour, teintée de brun lilas. On pourra suivre sur la figure 8 ces changements de couleur, que la grande luminosité de l'objectif de $0^{m},83$ rend si faciles à observer, et que les instruments de moyenne puissance ne peuvent pas montrer.

Ces diverses variations, dues très vraisemblablement à des changements de la surface, ont évidemment un grand intérêt. Elles peuvent donner des indications très utiles sur la nature des plages plus ou moins foncées de la planète.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Polarisation de la planète Jupiter.* Note de M. **Lyot**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai montré dans une précédente Note [1] que Mars et Mercure présentaient des phénomènes de polarisation tout à fait semblables à ceux de la Lune et indiquant l'absence d'une atmosphère épaisse sur ces planètes.

Il n'en est pas de même pour Jupiter. J'ai effectué sur cette planète quelques mesures en mai et juin 1922 suivies de deux séries complètes allant de l'opposition à la quadrature occidentale pendant les mois de mai, juin, juillet et août 1923 et 1924. La dernière a été faite avec l'équatorial de $0^{m},83$ de l'Observatoire de Meudon, l'autre avec une lunette de $0^{m},175$ pendant la réparation de la grande coupole.

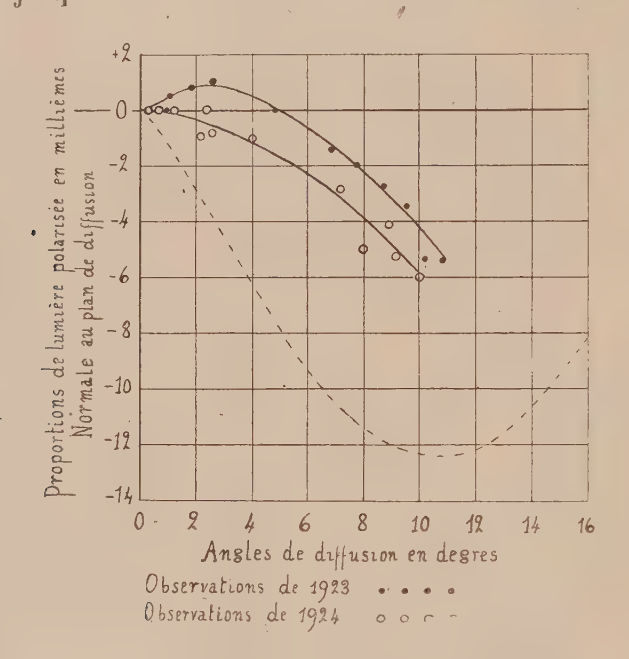
La polarisation des régions centrales a varié au cours de ces deux dernières années comme l'indiquent les courbes A et B. Les abscisses des points qui y sont figurés représentent l'angle de diffusion défini dans les Notes précédentes comme la distance angulaire de la Terre et du Soleil vus de la planète; leurs ordonnées représentent la proportion de lumière polarisée considérée comme positive ou négative suivant que le plan de polarisation est parallèle ou normal au plan de diffusion.

---

(1) *Comptes rendus*, t. **178**, 1924, p. 1796.

On voit qu'entre o et 11°, valeur limite de l'angle de diffusion, la polarisation des régions centrales est très inférieure à celle de la Lune représentée sur la figure par la courbe en pointillé et ne passe pas comme celle-ci par un maximum.

Les bandes claires et sombres visibles sur le disque n'ont jamais présenté entre elles aucune différence nette; au contraire les bords est et ouest ont acquis peu après la dernière opposition une polarisation positive sur une largeur allant jusqu'à deux dixièmes du diamètre.



Celle-ci atteignit un maximum de 2 à 3 millièmes vers le 15 juin dernier puis diminua rapidement et s'inversa vers le 22 juillet pour se confondre un mois après avec celle des régions centrales.

D'autre part les calottes polaires ont présenté un phénomène entièrement nouveau. Aux deux dernières oppositions, alors que sur tout le reste de la planète la polarisation était insensible, dans les régions polaires elle était au contraire très forte. Atteignant jusqu'à 70 millièmes aux pôles mêmes elle décroissait à peu près linéairement pour s'annuler à une distance de 9 secondes de ceux-ci; les calottes sombres de teinte gris bleu dont ils sont recouverts présentaient cette polarisation anormale jusqu'à leurs limites.

Le long du méridien central le plan de polarisation était perpendi-

culaire à l'axe de la planète; de part et d'autre de celui-ci il tournait de manière à rester en chaque point sensiblement normal au rayon.

Cet aspect curieux des pôles de Jupiter n'est pas sensiblement affecté par les variations de l'angle de diffusion : il n'a pas changé depuis mes premières observations polarimétriques; la calotte nord a toujours été un peu plus étendue et un peu moins polarisée que la calotte sud.

La polarisation observée sur les régions centrales de Jupiter peut être attribuée à la diffusion de la lumière par une couche de nuages recouverts d'une atmosphère plus épaisse que ceux de Vénus. Au centre, la polarisation négative due aux nuages dominerait, tandis qu'aux bords est et ouest elle serait masquée par la polarisation positive de l'atmosphère traversée sous une plus grande épaisseur.

Les phénomènes présentés par les calottes polaires ont un caractère tout différent; ils pourraient être expliqués par la diffusion de la lumière dans une atmosphère dichroïque ou contenant en suspension des cristaux orientés comme ceux des halos, verticalement ou horizontalement.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système de points de masse variable.* Note de M. R. Dugas, présentée par M. L. Lecornu.

Considérons un point m_i de masse variable avec sa force vive T_i. Soient q_{ik} ($k = 1, 2, 3$) ses coordonnées rectangulaires. Posons encore $p_{ik} = m_i q'_{ik}$ (les q' étant les dérivées des q par rapport au temps). Nous avons

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} dT_i &= d\sum_k p_{ik} q'_{ik} - d\mathfrak{F}_i, \\ d\mathfrak{F}_i &= \sum_k p_{ik}\, dq'_{ik}. \end{aligned}\right.$$

Il en résulte

$$(2)\qquad \frac{2}{m_i}\int m_i\, dT_i = \sum_k p_{ik} q'_{ik}.$$

Faisons la somme des équations (2) pour un ensemble de points matériels analogues au précédent, soit

$$(3)\qquad 2\mathfrak{T} = 2\sum_i \frac{1}{m_i}\int m_i(T_i)\, dT_i = \sum_{ik} p_{ik} q'_{ik}.$$

Supposons qu'il existe pour le système de points une fonction des forces U homogène et de degré n par rapport aux coordonnées q_{ik}, on a

$$(4) \qquad n\mathrm{U} = \sum_{ik} \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial q_{ik}} q_{ik} = \sum_{ik} p_{ik} q_{ik}.$$

La comparaison entre (3) et (4) donne immédiatement

$$(5) \qquad 2\mathfrak{T} = \frac{d}{dt} \sum_{ik} p_{ik} q_{ik} - n\mathrm{U}.$$

Il y a lieu de remarquer que les équations ci-dessus restent valables même si chaque fonction $m_i(\mathrm{T}_i)$ est séparément arbitraire, c'est-à-dire si la loi de variation de la masse varie d'un point à un autre du système.

Il résulte de (5) que si le mouvement de l'ensemble est périodique, la moyenne de $\mathfrak{T}$ pendant une période est égale à celle de $-\frac{n}{2}\mathrm{U}$.

Pour préciser considérons un système de noyaux fixes et d'électrons à trajectoires circulaires [1] autour de ces noyaux. Dans tout ce qui suit $n = -1$.

a. Si les électrons ont une masse constante, on a

$$2\mathfrak{T} = 2\Sigma \mathrm{T}_i = \mathrm{U}.$$

$\mathfrak{T}$ se confond avec la demi-force vive du système. C'est un résultat obtenu par Bohr [2]. $\mathfrak{T}$ et U sont d'ailleurs constants.

b. Si les électrons ont une masse m_i variable avec T_i suivant la formule

$$m_i = m_{0i} + \frac{\mathrm{T}_i}{\mathrm{C}^2}$$

de la relativité restreinte, U et $2\mathfrak{T}$ sont encore constants et égaux, et $\mathfrak{T}$ s'écrit :

$$\mathfrak{T} = \sum_i \mathrm{T}_i \frac{1 + \frac{1}{2} \frac{\mathrm{T}_i}{m_{0i}\mathrm{C}^2}}{1 + \frac{\mathrm{T}_i}{m_{0i}\mathrm{C}^2}}.$$

Soit encore le même système, mais ne négligeons plus l'excentricité des orbites.

---

(1) Dans tout ce qui suit, on néglige les perturbations.

(2) N. Bohr, *Phil. Mag.*, t. 26, 1913, p. 24.

a. Électrons de masse constante. — Le mouvement est périodique

$$\text{moy.}\ \mathfrak{E} = \text{moy.} \sum T_i = \frac{1}{2}\ \text{moy. U}.$$

b. Électrons relativistes. — Le mouvement de l'électron isolé, comme celui de l'ensemble est semi-périodique. Soit alors τ une période approchée du système. Au bout du temps τ chaque coordonnée du système s'approche aussi près qu'on le veut de sa valeur initiale. La proposition de Bohr ne s'applique plus qu'approximativement en prenant les moyennes de $\mathfrak{E}$ et de $\frac{U}{2}$ pour la durée τ.

Remarque sur le point matériel $m(T)$. — Pour compléter des indications antérieures sur ce sujet, nous signalons les résultats suivants :

Étant donné le point $m(T)$ soumis à une force dérivant de la fonction arbitraire $U(x, y, z)$, le temps étant exprimé par t, considérons la double transformation

$$m_0\, dU_0 = m(U+h)\, dU, \qquad dS = dt\,\frac{m_0}{m} \qquad (m_0,\ h \text{ étant des constantes}).$$

Les équations du mouvement du point ordinaire m_0, la fonction des forces étant U_0, et le temps exprimé par S, sont équivalents aux équations du mouvement de m [1]. La considération de m et m_0 fournit ainsi une double interprétation, non seulement de la trajectoire, mais encore de la loi du mouvement.

La variable s ainsi introduite pour une fonction $m(T)$ arbitraire est l'extension du « temps propre » employé pour la fonction $m(T)$ linéaire en T.

La particularité de U_0 est de contenir explicitement la constante des force vives h relative à m. Cette circonstance permet dans certaines expériences de physique de discerner m de m_0, comme nous l'avons déjà indiqué [2].

Si à la force dérivant de $U(x, y, z)$ vient s'ajouter pour m une force $[u, \text{curl A}]$ (produit vectoriel) le vecteur A ne dépendant pas explicitement de t, et v étant la vitesse de m; le point m_0 qui avec le temps s a les mêmes équations du mouvement est soumis, outre la force dérivant de U_0, à une

---

[1] A la seule condition que $m(T)$ ne s'annule pas au cours du mouvement.

[2] *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 1799. Il y a lieu de remarquer qu'il s'agissait d'équations d'où t et s étaient respectivement éliminés.

force $[u, \text{curl A}]$ où $u = \frac{m}{m_0} v$ est la vitesse de m_0. Il est à remarquer que l'on a toujours $T = U + h$ pour le point m car la force additive est perpendiculaire à la vitesse.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Bohr.*
Note de M. **Louis de Broglie**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Pour appuyer la généralisation hardie qui constitue son principe de correspondance, M. Bohr a démontré un théorème de dynamique des quanta que je vais énoncer dans un cas particulier.

Considérons dans l'atome deux trajectoires électroniques fermées, stables au sens de la théorie des quanta et correspondant aux nombres entiers n et $n+p$. Supposons de plus n très grand et p très inférieur à n. Lorsqu'un électron passe de la trajectoire de rang $n+p$ à la trajectoire de rang n, il y a, suivant les idées actuellement reçues, émission d'une radiation de fréquence égale au quotient par h de la différence des énergies possédées par l'électron avant et après la transition. Le nombre n étant très grand, la fréquence de rotation ω du mobile sur les deux orbites est presque la même. M. Bohr a montré que, si n croît indéfiniment, la fréquence de la radiation émise tend à devenir égale au produit par p de la fréquence mécanique ω. Elle en est donc harmonique, ce qui établit un lien entre la théorie quantique et la théorie électromagnétique de l'émission.

D'autre part nous poursuivons depuis un an un travail d'interprétation nouvelle des bases de la Mécanique. Selon nous, le mouvement d'un point matériel est lié à la propagation d'un groupe d'ondes dont la vitesse de propagation et la fréquence sont déterminées par un principe général à partir des grandeurs mécaniques (¹). La « vitesse de groupe » de ces ondes est égale à la vitesse du mobile de sorte qu'un point matériel pourrait en quelque façon être défini par un état local de concordance de phase.

En raison des hypothèses admises sur les nombres n et p, une des ondes du groupe définissant le mouvement sur l'orbite de rang n possède la fréquence ν_{n+p} dont la résonance sur l'orbite de rang $n+p$ donne à celle-ci

(¹) *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 39. Dans cette Note, à l'avant-dernière ligne de la page 39, lire $\frac{1}{h}$ au lieu de h.

le caractère « stationnaire ». Le déplacement de cette onde s'obtient, d'après la définition même du groupe, en variant légèrement l'énergie le long de la trajectoire de rang n; on voit ainsi qu'elle est très approximativement en résonance d'ordre $n+p$ sur cette trajectoire. En résumé, le mouvement de l'électron sur l'orbite de rang n peut être représenté par la superposition des ondes de fréquence ν_n et ν_{n+p} en résonance respectivement d'ordre n et $n+p$. Cette superposition conduit à l'existence sur l'orbite de p points de concordance de phase dont l'un doit constamment coïncider avec l'électron.

Il est bien connu qu'en un point de l'espace, la fréquence du battement de deux ondes est égale à la différence de leurs fréquences. En un point de la trajectoire de rang n, il passe donc $\nu_{n+p}-\nu_n=\delta\nu$ points de concordance de phase par seconde, ce qui donne pour la fréquence des passages du mobile en ce point la valeur $\frac{\delta\nu}{p}$. On retrouve ainsi la formule de Bohr puisque la transition de l'électron de l'orbite de rang $n+p$ à l'orbite de rang n s'accompagne dans notre notation de l'émission d'une onde de fréquence $\delta\nu$.

Il paraît très intéressant de noter que la *configuration* des p points de concordance de phase se reproduit périodiquement avec la fréquence du $p^{\text{ième}}$ harmonique du mouvement mécanique. Il existerait donc dans l'atome quelque chose qui posséderait la fréquence des ondes dont l'émission et l'absorption seraient possibles. Bien entendu, ces conclusions ne sont valables que pour les orbites de rang très élevé, mais il est permis d'espérer les étendre de quelque manière aux orbites à petit nombre de quanta.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'amortissement des oscillations d'un résonateur hertzien.* Note de M. **W.-P. Allis**, présentée par M. G. Ferrié.

Nous nous sommes proposé de déterminer l'amortissement d'un résonateur en l'excitant par des ondes entretenues. Nous avons, à cet effet, tracé la courbe de résonance en employant, comme l'a fait Bjerknes en 1895 dans le cas d'ondes amorties, une méthode électrométrique. Les expériences ont porté, non sur un résonateur circulaire de Hertz, mais sur un résonateur du genre de celui de Blondlot et de capacité assez grande pour que lui soit applicable la formule de Thomson.

Le résonateur est un carré de 10^{cm} de côté en fil de cuivre de 37^{cm} de

diamètre. Au milieu de l'un des côtés est intercalé un condensateur dont les armatures sont des plaques carrées de $4^{cm},8$ de côté. On peut modifier la capacité en changeant la distance de ces plaques. Celles-ci sont réunies par des fils de 5^{cm} de longueur à deux petits plateaux de $0^{cm^2},5$ de surface, distants de $2^{cm},5$. Entre ces plateaux est suspendue, par un fil de quartz, une aiguille d'aluminium. Lorsque le résonateur oscille, l'aiguille dévie et la déviation est mesurée au moyen d'un miroir fixé à l'aiguille. On a préalablement gradué cet électromètre en le comparant, pour la fréquence 50, à un voltmètre. Une déviation de 10^{cm} sur une échelle de 150^{cm} correspond à 33,9 volts.

Un oscillateur à lampe agit, en couplage très lâche, d'une part sur le résonateur, d'autre part sur une ligne formée de deux fils de cuivre parallèles, distants de 2^{cm} et réunis à leur origine par une soudure thermo-électrique. Le long de la ligne on déplace un pont constitué par une plaque de cuivre percée de deux trous à travers lesquels passent les fils de la ligne. Lorsque la partie de la ligne comprise entre son origine et le pont est voisine de la résonance, un galvanomètre relié à la soudure dévie. La moyenne entre deux positions très rapprochées du pont pour lesquelles le galvanomètre indique la même déviation est la position de résonance. La distance entre deux positions de résonance successives mesure la demi-longueur d'onde de l'oscillateur.

On construit l'oscillateur de telle sorte que sa période soit voisine de celle du résonateur. Pour permettre de petites variations de fréquence de part et d'autre de l'accord, on intercale sur le circuit de l'oscillateur un ensemble de deux tubes parallèles en verre, remplis de mercure dans lesquels glissent les deux branches d'un fil de cuivre recourbé en forme d'U. Pour diverses positions du fil en U, on mesure d'une part la demi-longueur d'onde, d'autre part la déviation de l'électromètre. On peut alors tracer la courbe de résonance et en déduire la longueur d'onde et le décrément logarithmique des oscillations du résonateur.

Quand on approche de l'accord, le résonateur réagit sur l'oscillateur et fait un peu diminuer l'amplitude de ses oscillations, comme l'indique un ampèremètre thermique en série sur cet oscillateur. On modifie alors le chauffage de la lampe de façon à maintenir cette amplitude constante.

Le résonateur avait une self-induction invariable pour laquelle le calcul donne une valeur voisine de 270 unités électromagnétiques. Les capacités utilisées étaient comprises entre $0,9 \times 10^{-20}$ et $6,3 \times 10^{-20}$ unités électromagnétiques. Pour avoir une idée de la capacité de l'électromètre, nous

avons cherché la longueur d'onde du même résonateur avec et sans électromètre; on constatait la résonance en observant la réaction sur l'oscillateur. Cette capacité a été trouvée égale à $0,057 \times 10^{-20}$ unités.

La formule de lord Rayleigh relative à l'effet pelliculaire donne la résistance ohmique en haute fréquence du résonateur et la valeur du décrément δ_J qui correspondrait à cette seule résistance.

Le décrément des oscillations libres du résonateur tiré de la courbe de résonance est la somme de deux termes dont l'un, δ_J, correspond à l'effet Joule, et l'autre, δ_H, au rayonnement. Le premier étant calculé à partir de la résistance ohmique, l'autre est obtenu par différence. Le tableau suivant donne les résultats des mesures pour diverses longueurs d'onde λ exprimées en centimètres :

λ.	δ_J.	δ_H.	$\lambda^2\delta_H$.
302,5	0,0017	0,0141	1290
461,8	0,0021	0,0053	1130
555,5	0,0023	0,0035	1070
779,4	0,0028	0,0020	1220

Le produit $\lambda^2\delta_H$ varie peu et ses variations sont de l'ordre des erreurs expérimentales possibles. On peut donc conclure des expériences que

$$\delta_H = 1180\lambda^{-2}$$

est inversement proportionnel au carré de la longueur d'onde.

S. Lagergren [1], à la suite de mesures sur des ondes amorties avec des résonateurs du genre de ceux de Hertz et pour des ondes de 8^m à 35^m, avait indiqué la proportionnalité à $\lambda^{-\frac{3}{2}}$. Les mesures plus précises, en ondes entretenues, pour des résonateurs auxquels est applicable la formule de Thomson, nous fournissent une loi de variation toute différente.

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence des colloïdes sur la surtension cathodique de l'hydrogène et des métaux.* Note de MM. C. **Marie** et G. **Lejeune**, présentée par M. G. Urbain.

Les expériences antérieures effectuées par l'un [2] de nous avaient permis de constater que l'addition d'un colloïde tel que la gélatine ou la gomme avait une influence considérable sur les surtensions de l'hydrogène. Ces mêmes

(1) S. Lagergren, *Wied. Ann.*, t. 64, 1898, p. 305.

(2) C. Marie, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 1400. Les expériences détaillées ont été données dans le Mémoire suivant : *Influence de certains colloïdes sur la différence de*

expériences avaient montré également qu'un effet analogue pouvait être constaté avec les métaux. Il était intéressant d'étendre ces recherches et de comparer en particulier sur un même métal la surtension cathodique correspondant au dégagement d'hydrogène ou au dépôt du métal lui-même.

Les expériences ont été effectuées suivant la méthode décrite dans le Mémoire cité plus haut, c'est-à-dire en mesurant la force électromotrice de la pile constituée par l'électrode étudiée et l'électrode normale à sulfate mercureux. La gélatine à $\frac{1}{1000}$ a été employée dans la plupart de ces expériences, sauf pour le plomb et l'argent à cause de l'action qu'elle exerce sur les sels de ces métaux. Pour ces métaux également l'acide sulfurique était remplacé par l'acide perchlorique. La densité de courant était de $0^{A},03$ par centimètre carré, l'acidité était normale pour l'étude de la surtension de l'hydrogène et pour l'étude de la surtension du métal, des solutions normales du sulfate et décinormales SO^4H^2 étaient employées. Pour obtenir des résultats aussi constants que possible, les électrodes étaient préparées par électrolyse dans les solutions usuellement employées pour le dépôt des métaux étudiés (pour le zinc en bain d'oxalate, pour le nickel en bain ammoniacal, pour le cuivre en bain de sulfate, pour l'argent en bain de cyanure). Les électrodes de plomb étaient préparées par oxydation et réduction en suivant les précautions indiquées dans le Mémoire cité plus haut. Nous donnons comme exemple des résultats obtenus ceux fournis par le zinc (*e* correspond à la force électromotrice de la pile mesurée).

	vol.	Différence.
$SO^4Zn(N)\,SO^4H^2\left(\frac{N}{10}\right)$	1,40	0,20
» (gélatine 0,1 pour 100).	1,60	
$SO^4H^2(N)$	1,37	0,16
» (gélatine 0,1 pour 100)	1,53	

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant où les métaux sont rangés dans l'ordre classique de leurs tensions.

	Métaux						
Surtension en présence de gélatine.	Zn.	Ni.	Pb.	(H^2).	Cu.	Hg.	Ag.
Pour le dépôt du métal	0,20	0,16	0,17		0,05	0,02	néant
Pour le dégagement d'hydrogène.	0,16	0,04	0,08		0,08	0,04	0,05

---

potentiel cathodique, paru dans la *Revista del Museo de La Plata*, t. 17, 1910, p. 131. Elles ont été reproduites récemment dans un Mémoire de C. Marie et R. Audubert, *Sur les phénomènes de surtension dans l'électrolyse et les colloïdes* (*Bull. Soc. franç. Electriciens*, 4e série, t. 3, 1923, p. 508).

Ces résultats, par suite de la difficulté des mesures, ne peuvent être considérés comme ayant une valeur réellement quantitative, mais qualitativement ils montrent pour le zinc, le nickel et le plomb, qu'en présence du colloïde, l'énergie nécessaire pour libérer le métal est plus grande que dans les solutions pures.

Pour un métal comme le nickel par exemple, on doit donc constater qu'en présence de colloïdes, la quantité de métal déposé dans un voltamètre doit être plus petite qu'en l'absence de colloïdes. C'est en effet ce que l'expérience vérifie manifestement. Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, l'addition du colloïde a donc pour résultat dans ce cas d'augmenter, *en ce qui concerne le métal*, les écarts à la loi de Faraday.

L'addition du colloïde est par contre sans effet sensible dans ces solutions, pour le cuivre, le mercure et l'argent, et si l'on fait abstraction des modifications qui se produisent dans la structure (et la composition) [1] du métal déposé, on constate simplement que l'énergie nécessaire pour sa libération est légèrement augmentée.

Pour ces métaux, étant donné que la surtension de l'hydrogène provoquée par le colloïde est plus grande que celle observée pour le métal, on pourrait croire que l'addition du colloïde à une solution acide du métal augmente la quantité déposée de celui-ci comparée à celle obtenue dans une solution sans colloïde. Ceci est peut-être vrai pour de très faibles concentrations en ions hydrogène, mais l'expérience montre que pour des concentrations élevées il n'en est rien. Dans une solution mixte

$$\left(SO^4Cu\,\frac{N}{10} + SO^4H^2\,N\right)$$

l'addition de 0,1 pour 100 de gélatine diminue de moitié la quantité de cuivre déposé dans cette même solution sans colloïde.

On peut d'ailleurs montrer facilement que les résultats constatés sont fonction du rapport des concentrations du sulfate de cuivre et de l'acide sulfurique. Pour cela il suffit de faire varier ce rapport et de comparer les résultats obtenus avec ou sans colloïde. En prenant pour unité l'augmentation de poids de la cathode dans les solutions non gélatinées, on constate que cette augmentation est plus considérable dans les solutions comprises

---

[1] Nous rappelons à ce propos que Müller (*Z. f. Elektrochemie*, **12**, 1906, p. 317) a montré que dans les solutions contenant de la gélatine le cuivre déposé a un aspect tout particulier (il est cassant) et qu'il contient environ 2 pour 100 de matières organiques

entre $SO^4H^2\frac{N}{10}$ et SO^4H^24N, puis qu'elle est plus faible pour SO^4H^26N. Entre ces deux dernières concentrations il y a donc une sorte d'inversion du phénomène. On peut donc dire qu'à partir d'un certain rapport entre le sel et l'acide, les constatations faites sur le zinc, le nickel et le plomb peuvent être étendues aux métaux comme le cuivre placé après l'hydrogène dans la série des tensions.

Ces faits expérimentaux présentent un intérêt évident aussi bien au point de vue théorique qu'au point de vue technique; ils méritent à ce double titre une étude systématique que nous poursuivons actuellement ([1]).

RADIOCHIMIE. — *Sur les phénomènes photovoltaïques.* Note de M. **René Audubert**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans deux Notes antérieures ([2]), j'ai étudié l'action de la lumière visible sur les électrodes de métaux purs et montré que la polarisation de la lame exerçait une influence considérable sur l'intensité et le sens de l'effet : une polarisation de signe inverse à celui que prend l'électrode sous l'action de la lumière accroît l'effet photovoltaïque, tandis qu'une polarisation de même signe le diminue. Mais, dans tous les cas, l'effet augmente avec la polarisation et *pour une intensité suffisante, l'inversion de celle-ci change le sens de la f. e. m. créé par la lumière.*

Je me suis proposé d'étudier l'effet de la polarisation sur des électrodes de métaux altérés : oxyde de cuivre, bromure de cuivre, chlorure d'argent, sulfure d'argent. Le montage était le même que celui employé pour les électrodes de métaux purs. Les lames étaient portées à des potentiels de sens et d'intensité variables au moyen de deux potentiomètres et d'électrodes auxiliaires, dispositif permettant de maintenir symétriques les deux pôles de la cellule.

L'effet photovoltaïque était mesuré au moyen d'un galvanomètre par le courant correspondant créé par la lumière. Il était possible d'étudier systématiquement de cette manière l'influence de la polarisation.

Sous l'action du rayonnement l'oxyde de cuivre est électropositif et le bromure électronégatif. Le chlorure et le sulfure d'argent possèdent une photovoltaïcité liée au mode de formation et à l'épaisseur de la pellicule sen-

---

([1]) Le détail des expériences sera donné dans un autre Recueil.

([2]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 818 et 1110.

sible [1]. En outre, pour des couches très minces de ces derniers sels les radiations rouges et les radiations bleues exercent des actions antagonistes qui seront étudiées ultérieurement; mais, pour des épaisseurs notables, l'argent chloruré (par électrolyse) est électropositif et l'argent sulfuré électronégatif.

Pour tous ces éléments et dans tous les cas une polarisation de signe inverse à celui de la lame accroît légèrement l'effet, tandis qu'une polarisation de même signe le diminue jusqu'à l'annuler, *mais sans jamais l'inverser*. Les caractéristiques ont une allure très voisine de celle d'une lampe à trois électrodes.

Enfin, toutes choses égales, les radiations bleues sont beaucoup plus actives que les radiations rouges.

L'influence de la polarisation fait penser à un mécanisme photo-électrique, mais cette interprétation paraît moins évidente que dans le cas des électrodes non altérées.

Ces expériences ont aussi un autre intérêt; elles apportent une contribution nouvelle à l'explication proposée pour les métaux purs. On a prétendu [2], en effet, que les phénomènes photovoltaïques, dans ce dernier cas, devaient être attribués soit à une altération chimique de la lame, soit à un effet thermique. L'existence d'un point d'inversion, alors que les lames altérées n'en présentent pas, élimine la première hypothèse. Du reste, contrairement à ce qui a été indiqué pour la lumière ultraviolette par M. Athanasiu, je n'ai observé, pour la lumière visible, ni accroissement de la sensibilité d'une cellule $Cu \mid SO^4Cu \mid Cu$ avec la durée d'exposition, ni altération de la lame; à condition d'être totalement immergée dans l'électrolyte celle-ci peut rester intacte pendant plus de vingt jours [3]. En outre, les f. e. m. mesurées (plus petites que le microvolt) se montrent comme très inférieures à celles indiquées dans ces travaux (4 à $177 . 10^{-5}$ volt); surtout si l'on songe que mes expériences étaient effectuées avec le rayonnement d'un arc de 30 ampères condensé sur la totalité de l'électrode. L'instantanéité de l'effet obtenu, l'instantanéité de l'inversion et l'indépendance du temps d'exposition s'ajoutent enfin aux arguments précédents.

M. Athanasiu, de ses expériences, a conclu que l'effet thermo-électrique

---

(1) Ces résultats confirment ceux de Becquerel, Rigollot, Wildermann, etc.

(2) M. Athanasiu, *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 386; et 561.

(3) Résultat en accord avec les expériences de M. Pionchon et de Mlle Demora (*Comptes rendus*, t. 178, 1924. p. 1885).

suffisait pour expliquer ces phénomènes lorsqu'on ne pouvait faire intervenir d'action chimique, en particulier pour Hg, Pb, Pt, Ag. Son mode de raisonnement ne peut convenir à mes résultats. Il a en effet déterminé le pouvoir thermo-électrique de l'électrode et a mesuré, après dix minutes d'exposition, l'effet thermique en remplaçant celle-ci par un thermomètre. En rapportant l'élévation de température à une minute d'éclairement et en comparant aux nombres expérimentaux il a conclu à une concordance.

En fait, il est arbitraire de rapporter les mesures à une minute, du moins pour mes expériences; j'ai, en effet, observé que des éclairements très courts (plus petits que $\frac{1}{10}$ de seconde) suffisent pour déclancher le phénomène; si l'on adopte une durée d'exposition d'une seconde par exemple on trouve, même dans ce cas, un désaccord profond entre l'expérience et l'interprétation thermique. Du reste, pour bien des cellules, on peut vérifier directement que l'effet photovoltaïque est en sens inverse de l'effet thermo-électrique ([1]). Au surplus, la sensibilité particulière des métaux à l'égard des radiations de courte longueur d'onde montre bien que le rôle de la température doit être pour le moins secondaire.

En définitive, les expériences effectuées avec les électrodes altérées confirment l'interprétation relative aux métaux purs donnée antérieurement; il reste bien entendu, cependant, que des effets thermiques et photochimiques peuvent se superposer au phénomène photo-électrique et même le masquer, mais en prenant des précautions pour éviter les premiers et en employant des électrodes soigneusement nettoyées (polissage, lavage, dégraissage. décapages) on peut, sous l'action de la lumière visible, obtenir des effets imputables à un mécanisme photo-électrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les températures correspondantes des corps solides.* Note de M. **Henri Lafuma**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans une Communication récente ([2]), M. A. Brodsky a montré que l'on peut déduire de la théorie moderne des chaleurs spécifiques un résultat empirique de M. Michaud. J'ai fait cette démonstration dans le numéro de mai 1923 du *Bulletin scientifique des Étudiants de Paris*, mais cette publication

---

([1]) Pour tous les éléments, en raison de la polarisation, il existe toujours une valeur de cette dernière pour laquelle l'effet est en sens contraire de la f. e. m. thermo-électrique.

([2]) *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 498.

est trop peu répandue pour que M. Brodsky en ait eu connaissance; je crois devoir signaler plusieurs points sur lesquels je suis en désaccord avec lui.

M. Michaud [1] a montré que le quotient $\frac{C}{T}$ de la chaleur spécifique atomique d'un corps (à la température T), par la température, est maximum pour une certaine température T_m différente pour les différents corps solides. Il a montré de plus qu'aux températures T_m ou proportionnelles à T_m les différents corps ont même chaleur spécifique atomique. Les températures T_m sont donc des températures correspondantes.

De la formule d'Einstein

$$(1) \qquad C_v = 3R \frac{e^{\frac{\beta\nu}{T}}\left(\frac{\beta\nu}{T}\right)^2}{\left(e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1\right)^2} = f\left(\frac{\nu}{T}\right),$$

où ν est caractéristique de chaque corps, on déduit immédiatement qu'à des températures proportionnelles à ν les différents corps ont même chaleur spécifique atomique. On obtiendra donc le résultat de M. Michaud en démontrant que T_m est proportionnel à ν. On le démontre facilement en écrivant que, pour $T = T_m$, $\frac{C_v}{T}$ est maximum, c'est-à-dire que

$$\frac{d}{dT}\frac{C_v}{T} = 0.$$

M. Brodsky obtient en faisant ce calcul

$$\frac{\beta\nu}{T_m}\frac{e^{\frac{\beta\nu}{T_m}} + 1}{e^{\frac{\beta\nu}{T_m}} - 1} - 3 = 0,$$

avec les racines

$$T_1 = +\infty, \qquad T_2 = 0, \qquad T_3 = 0,401\,\beta\nu.$$

J'ai obtenu, en faisant le même calcul,

$$e^{\frac{\beta\nu}{T_m}} = \frac{3 + \frac{\beta\nu}{T_m}}{3 - \frac{\beta\nu}{T_m}},$$

avec la seule racine réelle et positive

$$(2) \qquad T_m = 0,391\,\beta\nu,$$

(1) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 241.

car on suppose $\frac{\beta\nu}{T_m} \neq 0$ pour faire le calcul. Cette solution numérique diffère peu de celle de M. Brodsky.

La courbe des chaleurs spécifiques en fonction de la température étant déterminée, la formule (2) permet de calculer la fréquence ν qu'il faut introduire dans la formule d'Einstein pour représenter les résultats expérimentaux. Inversement elle permet de calculer T_m si l'on se donne ν. C'est ce qu'a fait M. Brodsky : il a calculé T_m en fonction de ν, ν étant lui-même calculé en fonction de la température de fusion et des masse et volume atomiques du corps d'après la formule de Lindemann; on sait que le coefficient numérique de cette formule est choisi arbitrairement pour que la valeur de ν portée dans la formule (1) d'Einstein donne des résultats en accord satisfaisant avec l'expérience. Dans ces conditions les conséquences mathématiques déduites de la formule d'Einstein sont nécessairement en accord avec l'expérience.

Il n'en est plus de même si l'on veut assimiler les fréquences ν aux rayons restants. Les fréquences de rayons restants des chlorures de potassium et de sodium ont été mesurées expérimentalement par Rubens et Hollnagel; on peut, dans le cas de la formule d'Einstein, calculer T_m en fonction des fréquences des rayons restants, en tenant compte de ce que le métal et l'halogène ont des fréquences différentes. On calcule alors que, pour KCl, $T_m = 85°$, alors que la valeur expérimentale est de l'ordre de 50°, et que, pour NaCl, $T_m = 110°$, alors que la valeur expérimentale est de l'ordre de 80°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé de récurrence pour la préparation des carbures acétyléniques vrais.* Note de M. **M. Bourguel**, présentée par M. Haller.

Les matériaux propres à la préparation des carbures acétyléniques vrais paraissent, à première vue, suffisamment nombreux pour répondre à tous les cas. Ce furent d'abord à peu près uniquement les aldéhydes et les cétones, puis à partir des iodures RI, MM. Lebeau et Picon obtinrent les carbures $R - C \equiv CH$; enfin, des bromures RBr, M. Lespieau tira les carbures $R - CH^2 - C \equiv CH$. L'emploi de l'amidure de sodium permit ensuite d'élargir le champ des matières premières grâce à son pouvoir d'isomérisation. Malgré tout, il arrive que ces méthodes soient inapplicables. En chimie cyclique, le cas est fréquent où aldéhydes, cétones, bro-

mures, iodures font vite défaut, et cela explique que, jusqu'ici, quelques premiers termes de série aient pu, seuls, être préparés.

La méthode que je vais proposer remédiera en partie à cet état de chose. Elle permet, à partir d'un carbure vrai en C^n, d'obtenir de proche en proche ses homologues supérieurs en C^{n+1}, C^{n+2}, C^{n+3}, etc.

Le passage se fait aisément de la façon suivante : le carbure acétylénique vrai est sodé au moyen de l'amidure de sodium, puis méthylé par l'action du sulfate diméthylique sur ce dérivé sodé

$$R - C \equiv CNa + SO^4(CH^3)^2 = R - C \equiv C - CH^3 + SO^4CH^3Na.$$

On obtient ainsi un carbure bisubstitué en C^{n+1}, que l'on isomérise par l'amidure de sodium

$$R - C \equiv C - CH^3 + NH^2Na = R - CH^2 - C \equiv CNa + NH^3.$$

On a ainsi le carbure vrai en C^{n+1}.

Une deuxième opération identique donne le carbure en C^{n+2}.

On ne peut évidemment pas continuer de la sorte indéfiniment, les quantités de carbure décroissent en progression géométrique. J'ai pu, toutefois, obtenir des rendements tels que l'on peut pratiquement aller assez loin. Je donnerai tout à l'heure un exemple où, après avoir gravi trois échelons, j'avais encore largement de quoi continuer cette marche ascendante.

La sodation se fait à froid dans l'éther anhydre par l'amidure de sodium, le sulfate diméthylique réagit avec énergie sur le dérivé sodé à froid lui aussi. Ces deux temps de la première opération sont rapides et le rendement n'a jamais, jusqu'ici, été inférieur à 80 pour 100 du carbure initial mis en œuvre.

La deuxième opération : l'isomérisation, se produit aux environs de 160°, sa vitesse est assez variable. Elle a été, en général, opérée avec de l'amidure de sodium pulvérisé, dans un solvant à point d'ébullition plus élevé que le carbure traité [1]; cela permet de séparer les deux isomères : le substitué en excès est d'abord distillé, la destruction du dérivé sodé fournit ensuite le carbure vrai pur.

Au total cette deuxième opération m'a donné, elle aussi, des rendements atteignant 80 pour 100. Des détails seront donnés sur ces manipulations dans un Mémoire ultérieur.

---

[1] En fractionnant soigneusement un pétrole commercial on se procure toute une gamme de solvants d'emploi très commode.

Pour montrer que la méthode peut être féconde, je vais indiquer quelques corps obtenus dans la série du cyclohexylacétylène. De cette série on ne connaissait d'abord que ce dernier composé préparé par M. Darzens. M. Lespieau eut ensuite le cyclohexylpropine, mais on ne put aller plus loin faute de cétones ou de bromures.

A partir du cyclohexylpropine vrai, $C^6H^{11}-CH^2-C\equiv CH$, carbure que l'amidure nous permet maintenant d'avoir facilement et largement [1], j'ai obtenu :

Le β-cyclohexylbutine : $C^6H^{11}-CH^2-C\equiv C-CH^3$ (Eb. 79° sous 17^{mm}) avec un rendement de 83 pour 100.

Le cyclohexylbutine vrai : $C^6H^{11}-(CH^2)^2-C\equiv CH$ (Eb. 70° sous 17^{mm}) avec un rendement de 80 pour 100.

Le β-cyclohexylpentine : $C^6H^{11}-(CH^2)^2-C\equiv C-CH^3$ (Eb. 93° sous 17^{mm}) avec un rendement de 85 pour 100.

Le cyclohexylpentine vrai : $C^6H^{11}-(CH^2)^3-C\equiv CH$ (Eb. 84° sous 16^{mm}) avec un rendement de 90 pour 100.

Le β-cyclohexylhexine : $C^6H^{11}-(CH^2)^3-C\equiv C-CH^3$ (Eb. 109-110° sous 17^{mm}) avec un rendement de 80 pour 100.

Le cyclohexylhexine vrai : $C^6H^{11}-(CH^2)^4-C\equiv CH$ (Eb. 101° sous 16^{mm} avec un rendement de 80 pour 100.

Il eût été possible de continuer. En effet, si l'on met en œuvre 500g de cyclohexylpropine (c'est à peu près la quantité employée) il peut rester encore 200g de cyclohexylhexine au bout de ces six opérations.

Tous ces carbures sont des liquides incolores, d'odeur non acétylénique, celle des pentines rappelle l'anis. Les carbures substitués sont tous plus denses et plus réfringents que les carbures vrais. Ces derniers précipitent en jaune le chlorure cuivreux ammoniacal, donnent avec le nitrate d'argent alcoolique des précipités blancs cristallisés. Leurs dérivés sodés fixent aisément le gaz carbonique pour donner les trois acides correspondants :

$$C^6H^{11}-(CH^2)^2-C\equiv C-CO^2H \quad (F=57,5\text{-}99°).$$
$$C^6H^{11}-(CH^2)^3-C\equiv C-CO^2H \quad (\text{non crist.}).$$
$$C^6H^{11}-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H \quad (F=40\text{-}41°).$$

Je compte poursuivre de la même façon l'étude des corps correspondants dans les séries du benzène, du toluène, de la napthaline.

---

(1) Bourguel, *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 688. Depuis la publication de cette Note j'ai constaté que l'amidure donne dans ce cas un rendement de plus de 85 pour 100 à partir du bromure : $C^6H^{11}-CH^2-CBr=CH^2$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des iodostibinates de bases organiques azotées en iodomercurates cristallisés.* Note de MM. **E. Caille** et **E. Viel**, présentée par M. Desgrez.

Dans une Communication antérieure ([1]), nous avons fait connaître un mode de préparation d'iodostibinates d'amines et d'alcaloïdes, ainsi qu'un certain nombre de leurs propriétés. En poursuivant l'étude de ces composés, nous avons pu obtenir leur transformation en iodomercurates. C'est la technique de cette réaction qui fait l'objet de la présente Note.

La transformation des iodostibinates cristallisés en iodomercurates également cristallisés a été effectuée en faisant bouillir une solution chlorhydrique d'iodostibinate avec du mercure métallique. Dans cette réaction, il se forme un abondant précipité noir constitué par de l'iodure mercureux et de l'antimoine. La liqueur mère, séparée par filtration, laisse déposer, par refroidissement lent, de beaux cristaux jaune citron d'iodomercurate.

Cette transformation a été mise en évidence tout d'abord avec l'iodostibinate de pyridine, composé rouge vif dont l'iodomercurate est jaune citron :

45^{g} d'iodostibinate de pyridine cristallisé sont dissous dans 350$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique au demi. Cette dissolution est additionnée de mercure en excès (160^{g}), puis soumise à l'ébullition pendant une heure. Après filtration du précipité noir formé, il se dépose, par refroidissement de la liqueur, de belles aiguilles jaune citron, qu'on sèche à l'air sur papier filtre pendant une semaine. On les place ensuite pendant autant de temps sous une cloche contenant de la potasse en morceaux, pour les débarrasser des dernières traces d'acide chlorhydrique qu'elles peuvent encore retenir.

Rendement : 10^{g} d'iodomercurate de pyridine, de composition $HgI^4|(PyH)^2$, soit 45 pour 100 du rendement théorique calculé au moyen de l'équation suivante :

$$2[Sb^{I^3}_{(SbI^4)^3}|(PyH)^3] + 21\,Hg = 3[HgI^4|(PyH)^2] + 9\,Hg^2I^2 + 4\,Sb^2.$$

Cette forte diminution du rendement paraît explicable par la décomposition d'une partie de l'iodomercurate qui a pris naissance, en présence d'un excès de mercure métallique. Nous avons, en effet, observé qu'une solution chlorydrique d'iodomercurate de pyridine, par ébullition avec du mercure, laisse déposer un précipité d'iodure mercureux, tandis que la liqueur mère

([1]) Caille et Viel, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1156.

refroidie donne, par concentration, des cristaux d'iodhydrate de pyridine conformément à l'équation

$$[HgI^4|(PyH)^2] + Hg \rightarrow Hg^2I^2 + 2(PyHI).$$

Or, ces mêmes cristaux d'iodhydrate de pyridine peuvent être isolés par concentration de la liqueur mère provenant de la transformation de l'iodostibinate de pyridine en iodomercurate. De sorte que l'ensemble des deux équations ci-dessus nous paraît représenter le mécanisme de la transformation étudiée.

La technique qui précède, appliquée aux iodostibinates d'aniline, de quinoléine, de pipérazine, de théobromine et de nicotine, nous a donné, dans tous les cas, les iodomercurates correspondants, sous forme de cristaux jaune citron souvent très gros.

Dans nos expériences, après une heure d'ébullition, les rendements furent les suivants :

20g	d'iodostibinate	d'aniline	ont donné	4g,5	d'iodomercurate
10	»	de quinoléine	»	2	»
20	»	de pipérazine	»	5	»
22	»	de théobromine	»	5	»
5	»	de nicotine	»	1,2	»

Les iodomercurates de quelques-unes des bases précédentes ont été préparés cristallisés par François et Blanc [1], en faisant agir directement le réactif de Meyer sur une solution chlorhydrique du chlorhydrate de la base; ces iodomercurates présentent la même composition que les composés correspondants obtenus par notre procédé.

Les résultats précédents nous paraissent avoir un caractère général; nos expériences conduisent à un procédé nouveau de préparation d'iodomercurates applicable à un grand nombre de bases organiques azotées, procédé consistant à faire bouillir une solution chlorhydrique d'un iodostibinate avec du mercure métallique. Dans cette transformation de complexes, le mercure déplace l'antimoine.

---

[1] François et Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 31, 1922, p. 1208 et 1304.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone dans les gaz industriels.* Note ([1]) de M. DE LA CONDAMINE, présentée par M. Charpy.

Dans des Notes récentes ([2]) M. Damiens a proposé de doser l'oxyde de carbone en l'absorbant par le sulfate cuivreux en solution sulfurique.

Ayant étudié antérieurement l'absorption de l'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux en solution ammonicale ou chlorhydrique, il m'a paru intéressant de comparer ces trois réactifs au point de vue de l'exactitude du résultat obtenu et de la rapidité de l'absorption.

En ce qui concerne le chlorure cuivreux on sait depuis longtemps que l'oxyde de carbone donne avec le chlorure cuivreux un composé dissociable; si donc on fait agir le réactif sur un mélange d'oxyde de carbone et d'azote, après que l'équilibre sera établi, le mélange gazeux contiendra encore y pour 100 d'oxyde de carbone et la concentration de ce gaz dans le réactif sera de x pour 100.

J'ai déterminé la valeur de y en fonction de x pour les réactifs suivants :

Solution ammoniacale.		Solution chlorhydrique.	
H^2O	750g	H^2O	400g
AzH^4Cl	150g	Cu^2Cl^2	40g
Cu^2Cl^2	100g	HCl concentré	200cm³
AzH^3	250cm³		

Densité de la solution ammoniacale : 0,9

Deux solutions de chlorure cuivreux ammoniacal avaient été préparées, la première en partant du chlorure tout à fait blanc, la seconde avec un chlorure légèrement coloré en vert (produit commercial courant).

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau de la page 692.

L'examen de ce tableau montre que :

1° En ce qui concerne la solution ammoniale, on voit que le chlorure cuivreux blanc est beaucoup plus avantageux que le chlorure teinté en vert. En fait, ce sel, tel qu'on le trouve dans le commerce, est rarement tout à fait blanc de sorte que, en pratique, l'emploi de ce réactif donnera des résultats très variables.

2° La solution chlorhydrique est la plus avantageuse surtout pour analyser les gaz contenant une forte proportion d'oxyde de carbone.

3° Pour doser l'oxyde de carbone avec précision il sera nécessaire, ou

---

([1]) Séance du 6 octobre 1924.

([2]) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 849 et 2178.

bien de renouveler le réactif un certain nombre de fois, ou bien d'employer un volume de réactif assez grand pour que la concentration de l'oxyde de carbone dans le gaz résiduaire soit négligeable.

	Chlorure cuivreux ammoniacal.				Chlorure chlorhydrique.	
	Sel blanc		Sel verdâtre		Sel verdâtre	
x.	y.	$\frac{y}{x}$.	y.	$\frac{y}{x}$.	y.	$\frac{y}{x}$.
25..........	0,70	0,028	1,45	0,058	0,95	0,038
50..........	1,40	0,028	2,85	0,057	1,70	0,034
75..........	2,20	0,029	4,30	0,057	2,40	0,032
100..........	2,90	0,029	5,70	0,057	3,00	0,030
125..........	3,90	0,031	7,10	0,056	3,55	0,028
150..........	5,15	0,034	8,25	0,055	4,05	0,027
175..........	6,55	0,037	9,30	0,053	4,55	0,026
200..........	"	"	10,15	0,051	5,00	0,025
250..........	"	"	"	"	5,85	0,023
300..........	"	"	"	"	6,65	0,022

Si par exemple on opère sur 100^{cm^3} de gaz contenant 30 pour 100 d'oxyde de carbone et si le volume du réactif est de 150^{cm^3}, le résidu gazeux contiendra encore environ 1 pour 100 d'oxyde de carbone.

Un second contact avec 150^{cm^3} de réactif neuf assurera une absorption pratiquement complète de l'oxyde de carbone.

Si l'on veut faire le dosage en une seule fois il sera nécessaire d'employer près de 2^{l} de réactif neuf pour 100^{cm^3} de gaz à analyser.

Si au contraire on veut utiliser le réactif de M. Damiens l'absorption de l'oxyde de carbone est complète avec de très faibles volumes de solution; la solution de 5 d'oxyde cuivreux dans 100 d'acide sulfurique à 66 absorbe plus de 8 fois son volume d'oxyde de carbone sans qu'il y ait tension de dissociation mesurable.

L'oxyde cuivreux étant en suspension dans l'acide sulfurique, ce réactif est employé avec avantage dans un appareil Orsat à barbotage tel que l'appareil que j'ai réalisé.

Au point de vue de la rapidité de l'absorption de l'oxyde de carbone par le réactif, le sulfate cuivreux agit plus lentement que le chlorure. Avec le chlorure, l'équilibre est atteint après 4 ou 5 passages dans le réactif même quand le gaz contient une forte proportion d'oxyde de carbone. Avec le sulfate cuivreux, 20 contacts ou barbotages sont nécessaires.

En résumé il paraît que l'emploi du sulfate cuivreux offre des avantages pratiques sérieux sur l'emploi du chlorure.

MINÉRALOGIE. — *La dumontite, nouveau minéral radioactif.* Note de M. **Alfred Schoep.**

Ce minéral se trouve dans des poches de la torbernite compacte de Chinkolobwe, au Congo belge. Ses cristaux enchevêtrés remplissent ces cavités, à l'exclusion de tout autre minéral. On les obtient donc aisément à l'état pur. Ils sont d'un jaune un peu plus foncé que le jaune de la dewindtite; les grands cristaux sont jaune d'ocre. La couleur de leur poudre se rapproche le plus du jaune O8*ia* de la gamme d'Ostwald. La forme des cristaux est celle de prismes allongés suivant l'axe *c*; les plus grands ont 2^{mm} de longueur sur $0^{mm},15$ de largeur; ils sont aplatis suivant l'axe *a*; les petits sont terminés par {001}, {010}, {010}; les grands sont plus riches en formes et striés suivant l'allongement; on y observe des prismes verticaux; ils sont généralement terminés par la pinacoïde {001} et le prisme {013} avec ou sans le prisme {011}; ce dernier forme souvent à lui seul la terminaison des prismes verticaux.

J'ai pu mesurer au microscope :

$$(001):(011) = 53°,$$
$$(001):(013) = 23°30'.$$

Le rapport paramétrique partiel $c : b$ a donc une valeur voisine de 1,327.

Les cristaux sont translucides, d'un beau jaune et assez fortement pléochroïques : jaune foncé suivant Y (direction de l'allongement); jaune plus pâle suivant X.

Les extinctions sont droites. Ces cristaux sont biaxes; l'angle des axes optiques est grand.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement. Ils sont optiquement positifs. Je n'ai pu déterminer leurs indices de réfraction qui sont très élevés et supérieurs à 1,78; j'ai fait de nombreuses mesures de la biréfringence. J'ai trouvé : $(\beta - \alpha) = 0,010$. Les réactions chimiques sont les mêmes que pour la dewindtite et la parsonsite. L'analyse quantitative des cristaux purs donne :

H^2O	5,78
P^2O^5	8,65
UO^3	56,49
PbO	27,19
TeO^3	1,01
Total	99,12

Déduction faite des impuretés, on trouve pour les constituants principaux les chiffres suivants rapportés à 100 :

		Nombres moléculaires.
H^2O	5,88	0,326
P^2O^5	8,71	0,061
UO^3	57,57	0,201
PbO	27,71	0,124

ce qui conduit à la formule

$$2PbO.3UO^3.P^2O^5.5H^2O.$$

Les teneurs théoriques correspondantes sont :

H^2O : 5,8; P^2O^5 : 9,2; UO^3 : 55,4; PbO : 28,9.

La courbe de déshydratation se déduit des résultats ci-dessous :

Températures.	Durée de chauffe.	Pertes pour 100.	Pertes totalisées.	Observations.
50°	2h	0		Le minéral reprend son poids après 24 heures sur $CaCl^2$.
100	»	3,37		
110	»	0		
200-250°	1.30m	1,92	5,29	
300	1.30	0,40	5,69	
400	1.30	0		Le minéral est devenu orangé.
500	1	0		
600	1	0,58	6,27	
900	1	0,24	6,51	Agglutination des grains de la poudre.

Au delà de 900°, le poids ne change plus. Au-dessus de 500°, le minéral ne perd plus d'eau, mais de l'oxygène.

Ce minéral diffère de la parsonsite par toutes ses propriétés, en dehors d'une certaine analogie chimique. Il se rapproche beaucoup de la dewindtite et lui ressemble à première vue. Il en diffère néanmoins par la forme

de ses cristaux, par sa biréfringence et par ses indices de réfraction. Chimiquement il accuse une teneur en eau inférieure à celle de la dewindtite; ce dernier minéral, non séché à 100°, donne 7,98 pour 100 d'eau; il contient un peu moins d'acide phosphorique et un peu plus de plomb que la dewindtite.

Ce minéral est nouveau. Je propose de lui donner le nom de dumontite en l'honneur du géologue belge André Dumont.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle étude sur la variation diurne de la direction du vent à Strasbourg.* Note (¹) de MM. G. **Rempp** et J. **Lacoste**.

L'un de nous a montré (²) que, conformément à la théorie du fœhn de R. Wenger, *le pouvoir directeur* de la vallée du Rhin subissait un affaiblissement au moment du maximum du gradient thermique vertical. Cet affaiblissement se traduit par une perte de fréquence des vents qui descendent la vallée au bénéfice, à la fois, de ceux qui la remontent et des vents transversaux. Ce phénomène est accentué en été.

On peut calculer les « résultantes horaires » en considérant comme grandeurs scalaires de vecteurs les écarts des fréquences de chaque vent à leur moyenne diurne. L'augmentation des fréquences des vents transversaux au début de l'après-midi influe peu sur la direction de ces « résultantes horaires », car elle se fait dans deux directions opposées, elle influe principalement sur les grandeurs scalaires des résultantes, qu'elle diminue. Ces résultantes restent donc à peu près dirigées suivant la vallée : de minuit à midi dans le sens de la descente, de midi à minuit dans le sens inverse; elles présentent un maximum au milieu de chacune de ces deux époques. Les heures où le courant résultant s'inverse sont sensiblement indépendantes de la saison.

Enfin, en été, un phénomène parasite dû à la configuration du terrain à l'ouest de Strasbourg semble se superposer au phénomène général.

Il nous a paru intéressant d'étudier comment se modifie le phénomène général par temps clair (grande amplitude de la variation thermique et prédominance des vents de N et E) et par temps couvert (faible variation diurne de la température et prédominance des vents de S et W).

Nous avons donc groupé, d'une part les 193 jours clairs (nébulosité moyenne < 2), d'autre part les 227 jours couverts (nébulosité moyenne > 8) qui se sont trouvés parmi les mois de mai à septembre (inclus) des années 1914, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923 et mai-juillet 1924.

Jours couverts. — Nous retrouvons pendant ces jours, ainsi qu'il résulte

---

(¹) Séance du 22 septembre 1924.

(²) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 221.

immédiatement de l'examen des roses horaires, le phénomène général. Il est vrai que la diminution du nombre des vents de SSW dans la journée se fait surtout au profit des vents de WSW et W, ce qui pourrait *a priori* s'expliquer par l'entraînement des vents inférieurs dans la direction des courants supérieurs (conséquence de la théorie Espy-Köppen) (¹) et cet entraînement entre certainement en ligne de compte. Mais si les vents d'E sont presque inexistants la nuit, il en apparaît un certain nombre au cours de la journée, et l'on remarque en outre, quoique peu prononcé, le maximum de fréquence habituel des vents remontant la vallée. Pour ces deux catégories de vents on ne peut invoquer l'entraînement par les courants supérieurs, il faut donc bien admettre le rôle de la diminution du *pouvoir directeur*, rôle qui doit s'exercer aussi sur les vents d'W. Si, en effet, on représente graphiquement les composantes NNE, ESE et WNW qui servent au calcul des résultantes horaires, on s'aperçoit qu'elles augmentent sensiblement dans la même proportion, par rapport à leur valeur moyenne, au début de l'après-midi.

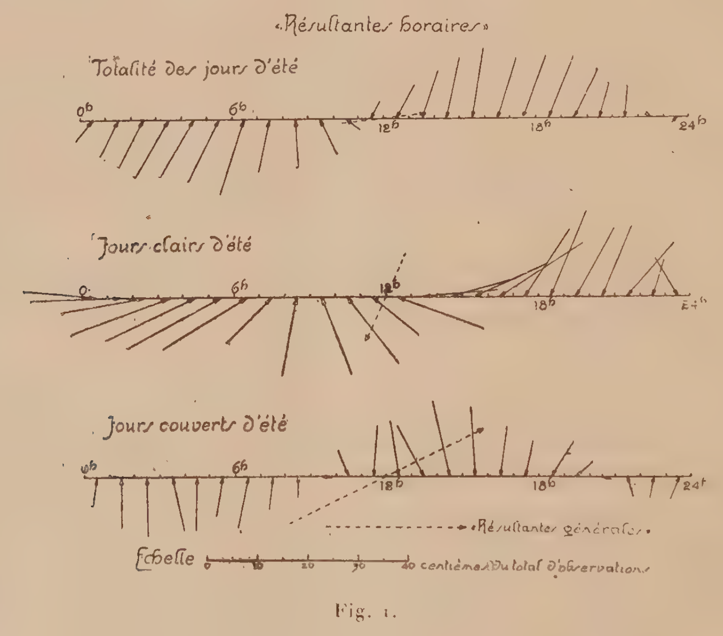


Fig. 1.

Si nous retranchons géométriquement les résultantes horaires pour la totalité des jours de celles des jours couverts (*fig.* 1 et 2), les différences,

(¹) Voir, par exemple, C.-E. Brazier, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 730.

relativement petites, montrent que ce qui change, par temps couvert, est moins la façon dont varient les fréquences des différents vents au cours de la journée, que l'amplitude de ces variations, amplitude diminuée.

Jours clairs. — Si l'on calcule les résultantes horaires pour les jours clairs, les résultats sont tout différents (*fig.* 1). Cela tient à ce que (*fig.* 2) le phénomène parasite, déjà reconnu pour l'ensemble des jours d'été,

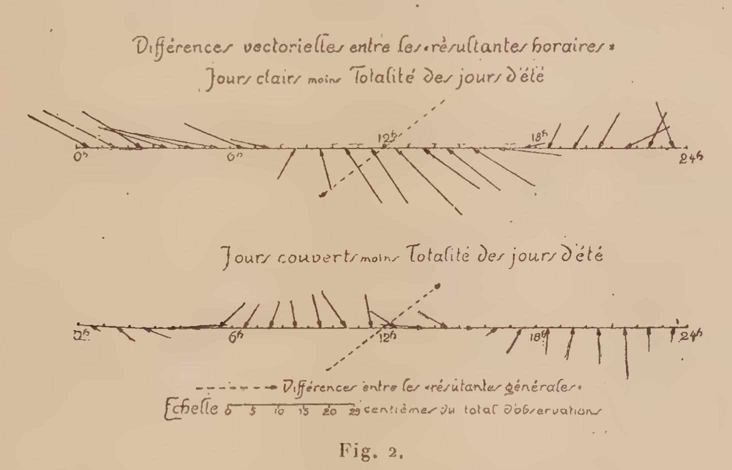


Fig. 2.

prend, dans ces circonstances, une ampleur toute particulière : il consiste, comme on l'a déjà dit, en une brise de montagne descendant les collines à l'WNW de Strasbourg de minuit jusqu'à 8h; celle-ci est remplacée ensuite, jusqu'au soir, par une brise contraire(1). Dans la variation diurne de la composants WNW, le phénomène général (augmentation des vents transversaux après midi) ne se manifeste que par un faible maximum secondaire.

En résumé, on peut distinguer trois phénomènes :

D'une façon générale, un maximum de fréquence des vents transversaux dans les premières heures de l'après-midi (c'est-à-dire à l'heure où le gra-

(1) Dans la Note antérieure, il a déjà été indiqué que ces brises sont favorisées par la configuration même du terrain à l'WNW de Strasbourg, qui s'abaisse par pente douce des Vosges jusqu'aux faubourgs de la ville. On sait, en outre, qu'à partir de la latitude de Strasbourg les Vosges ne constituent plus, à l'Ouest, la barrière que forme encore la Forêt Noire à l'Est (dissymétrie fortement marquée aussi par les cartes pluviométriques). Les Vosges du Nord ne forment plus que le rebord du Plateau Lorrain, et l'air qui se refroidit, par nuits claires, sur ce plateau, peut descendre dans la vallée du Rhin; ce fait expliquerait, entre autres, les minima très bas de la Station de Zinswiller située à l'issue de la vallée de la Zintzel.

dient vertical de température est le plus fort dans les premières couches de l'atmosphère); ensuite, après un temps variable, un maximum de fréquence pour les vents remontant la vallée, au moment où le gradient devient maximum dans des couches un peu plus élevées. Enfin, dans le cas où la variation diurne thermique (jours clairs) est particulièrement grande, brise de montagne venant de WNW, à laquelle succède une brise de vallée en sens contraire. Les heures d'inversion sont les heures ordinaires des inversions de ces brises.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le noyau de la cellule mère du sac embryonnaire chez le* Fritillaria imperialis *observé pendant son évolution prosynaptique.* Note de M. **Maurice Lenoir**, présentée par M. M. Molliard.

Depuis le moment où le noyau de la cellule mère du sac embryonnaire peut être distingué des noyaux voisins du parenchyme nucellaire, jusqu'au moment où commence la période synaptique classique, on peut observer une série de phénomènes qui ne semblent pas avoir jusqu'ici retenu l'attention. C'est à cette période de l'évolution que j'appliquerai désormais le nom de *prosynapsis*.

Le *Fritillaria imperialis*, dont le prosynapsis est relativement de longue durée, permet une étude précise qui fera l'objet de la présente Note.

Cette période montre un accroissement considérable du noyau accompagné de transformations remarquables du réseau nucléaire et du nucléole.

Premier stade, — Le noyau est occupé entièrement par un réseau épais, à mailles assez larges, ponctuées aux angles de gros granules dont la masse est formée de nucléoline enveloppée d'une couche de chromatine réticulaire. Ces ponctuations chromatiques ont des contours irréguliers.

Le nucléole (il peut y en avoir parfois deux ou trois) est subcentral et contient quelques grandes vacuoles.

Deuxième stade. — Le noyau subit un accroissement rapide. Les trabécules deviennent de plus en plus épais; ils semblent prendre une constitution intime fibrogranuleuse. Les mailles suivent la croissance du noyau dont elles continuent à occuper la cavité tout entière. Les ponctuations qu'elles supportent prennent une taille plus considérable,

Le nucléole présente en général une grande vacuole centrale. Il se trouve ainsi formé d'une écorce plus ou moins épaisse de chromatine nucléolaire revêtue extérieurement d'une légère enveloppe de réticuline et tapissée d'une pellicule de même nature intérieurement. L'écorce chromatique contient des vacuoles de petite taille en nombre variable. La substance que renferment la grande vacuole centrale et les petites vacuoles corticales est achromatique vis-à-vis de la safranine et de l'hématoxyline au fer.

Troisième stade. — La période de croissance rapide s'achève. A ce moment des rapprochements ont lieu d'anastomose à anastomose, puis des fusions se produisent, constituant des plages fibro-granuleuses. L'ensemble du système réticulaire prend l'aspect d'un grumeau percé d'ouvertures de tailles diverses réparties sans ordre. Les ponctuations chromatiques se trouvent noyées dans la masse. Par suite de rapprochements fortuits, les fusions se produisent entre quelques-unes de ces ponctuations donnant çà et là des agglomérations plus importantes.

Ces faits montrent que, si les ponctuations chromatiques sont nées du réseau, elles ne sont pas un simple nœud formé par l'addition de trabécules à leur rencontre. Elles sont indépendantes des nœuds ou tout au moins ont une existence quasi individuelle. S'il n'en était pas ainsi elles devraient disparaître avec la coalescence des anastomoses entre elles.

Pendant que se produit la coalescence des anastomoses le nucléole prend une position très excentrique et va s'accoler en un point quelconque à la paroi du noyau (paroi virtuelle au moins) où il commence à présenter des transformations remarquables. Il subit une forte dilatation et un aplatissement considérable. Simultanément il semble entrer en ébullition intense. Il se présente à ce moment précis comme une lentille biconvexe dont la surface tournée vers l'extérieur du noyau est bourrée de vacuoles remplies d'une matière achromatique. Les unes sont plus ou moins prêtes à s'ouvrir, les autres sont ouvertes et ont déversé leur contenu dans le suc nucléaire, d'autres sont déjà en voie d'effacement plus ou moins avancé. Tout se passe comme s'il s'agissait d'une masse visqueuse en ébullition dont les bulles, en venant crever à la surface, émettraient, non un gaz, mais un liquide incolore.

La surface orientée vers le centre du noyau est limitée par une pellicule épaisse de chromatique réticulaire à peu près unie dans toute son étendue. Elle présente accidentellement quelques bulles ouvertes comme celles de la face opposée.

Le pourtour du nucléole, tel qu'il vient d'être décrit, est assez frangé de très nombreuses vacuoles; des fragments de substance peuvent s'en détacher.

Quatrième stade — La concentration des plages fibro-granuleuses s'accentue, les ouvertures dans la masse s'effacent. A ce moment les ponctuations chromatiques ont une tendance manifeste à disparaître du grumeau formé par les éléments confondus du réseau. La concentration des plages en une masse est accompagnée d'une contraction plus ou moins accentuée et d'une localisation déterminée; le magma fibro-granuleux vient coiffer le nucléole dilaté.

Le nucléole présente alors une activité moindre que dans le stade précédent, il tend légèrement à reprendre sa forme normale.

Cinquième stade. — Ce stade permet de percevoir l'ébauche des filaments chromosomiques du leptonéma, commencement de la période synaptique classique telle que l'ont décrite avec tant d'autorité le célèbre cytologiste V. Grégoire et son école de Louvain.

Progressivement, les ponctuations chromatiques enclavées dans le magma se réduisent et finissent par disparaître totalement.

Le nucléole procède encore à l'expulsion d'une très légère quantité de bulles achromatiques tout en reprenant rapidement sa forme sphéroïde accoutumée.

Pendant la période prosynaptique le noyau subit un accroissement très considérable et très rapide qui semble être la cause des phénomèmes affectant l'état du nucléole et des ponctuations du réticulum. On peut, en effet, distinguer deux phases dans l'évolution décrite.

La première phase comporte une rupture de l'équilibre dans la composition biochimique du suc nucléaire par invasion massive de substances cytoplasmiques du noyau.

La deuxième phase rétablit l'équilibre dans la composition biochimique par une réaction intense du nucléole et, en général, des éléments dits chromatiques dans le noyau.

Telle est l'interprétation que je crois pouvoir donner aux faits décrits dans cette Note.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'équilibre alimentaire. Entretien du Pigeon au moyen d'un régime totalement privé de facteur hydro-soluble* B. Note de Mme **L. Randoin** et de M. **H. Simonnet**, présentée par M. F. Henneguy.

Dans notre conception du problème de l'alimentation ([1]), on doit pouvoir réaliser l'équilibre alimentaire de diverses manières en faisant varier les proportions relatives de certains principes nutritifs, si l'on prend soin de faire varier en même temps les proportions d'autres principes dont le rôle dans l'économie est en rapport avec celui que jouent les premiers. Il existe notamment une relation entre diverses substances élémentaires fondamentales et l'utilisation des substances dites énergétiques. Ainsi, une ration renfermant l'énergie potentielle nécessaire à un organisme n'entretient celui-ci (ou ne permet sa croissance) que si le rapport $\frac{\text{facteur B}}{\text{glucides}}$ ne descend pas au-dessous d'une certaine valeur. Des troubles se pro-

([1]) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 963.

duisent, soit lorsqu'on augmente suffisamment la proportion des glucides d'une ration, soit lorsqu'on diminue la quantité de facteur B.

Ce dernier étant complètement éliminé, on constate que plus on restreint la proportion des glucides, plus l'animal devient capable de résister longtemps aux effets du déséquilibre provoqué par le manque de vitamine B ([1]). Il nous restait à *supprimer*, dans ces conditions, la *totalité des glucides*. Cette expérience, nous l'avons réalisée avec le Pigeon adulte.

Technique. — Nous avons préparé deux régimes artificiels privés de facteur B, l'un renfermant, en proportions normales, des protides, des lipides et des glucides; l'autre ne contenant, comme substances énergétiques, que des protides et des lipides.

Régime avec glucides.		Régime sans glucides.	
Muscle purifié	7,5	Fibrine purifiée	18
Caséine purifiée	8,5	Caséine purifiée	18
		Blanc d'œuf purifié	18
Graisse de beurre	4	Graisse de beurre	16
Dextrine	66	Huile d'arachides	16
Agar-agar	8	Agar-agar	5
Papier filtre	2	Papier-filtre	5
Mélange de sels	4	Mélange de sels	4

Les Pigeons ont été répartis en quatre lots :

Lot I. — Régime avec glucides + facteur B (1g,25 de levure de bière sèche par jour) : *régime artificiel complet.*

Lot II. — Régime avec glucides, sans facteur B.

Lot III. — Régime sans glucides + facteur B (1g,25 de levure de bière sèche par jour).

Lot IV. — *Régime sans glucides et sans facteur* B.

Les animaux, alimentés par gavage, ont reçu chaque jour un poids de nourriture correspondant à l'apport énergétique *théoriquement* suffisant, soit 20g pour la ration à base de dextrine, 16g pour la ration sans glucides.

Résultats généraux. — Nos expériences ont duré trois mois et demi (23 avril-6 août). Les résultats relatifs aux variations pondérales sont mis en évidence sur le graphique (voir *courbes* I, II, III, IV).

Lot I. — Maintien du poids et du degré normal de température, indiquant que *l'équilibre est convenable* et que, notamment, *le rapport* $\frac{\text{facteur B}}{\text{glucides}}$ *est satisfaisant.*

Lot II. — D'abord, maintien du poids, puis amaigrissement et chute parallèle de la température centrale; enfin, vers le vingtième jour, crises convulsives suivies de mort.

Lot III et lot IV. — Maintien du poids et du degré normal de température.

([1]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 903.

En ce qui concerne le *poids des organes*, pas de différences notables entre les Pigeons des lots I, III, IV (animaux sacrifiés à la fin de l'expérience); seuls, les organes des Pigeons du lot II présentent les variations pondérales toujours observées dans le cas d'un régime de constitution normale privé de facteur B.



Nous avons complété cette étude par l'expérience suivante : des Pigeons, répartis en deux lots, ont été mis, les uns au *régime sans facteur* B, *à base de dextrine*, les autres au *régime sans glucides ni facteur* B. Au moment de l'apparition des troubles chez les premiers, on a donné à ceux-ci le régime sans glucides ni facteur B, et, inversement, les autres ont reçu la ration à base de dextrine privée de facteur B (voir *courbes* V et VI).

Lot V. — D'abord, comme pour le lot II, maintien du poids, puis amaigrissement et chute de la température. *Après changement de régime*, oscillations correspondant à une adaptation à la nouvelle ration, puis reprise du poids et de la température,

lesquels, dans l'exemple choisi, se maintiennent pendant 50 jours; enfin crises et mort.

Lot VI. — D'abord, équilibre parfait, comme pour le lot IV. *Après changement de régime*, baisse du poids et de la température, puis crises convulsives et mort (au bout de 10 à 15 jours).

Interprétation et conclusions. — I. Le régime artificiel complet que nous avons employé réalise un équilibre alimentaire normal.

II. Le même régime, *privé de facteur* B, se trouve alors fortement déséquilibré : l'organisme devient incapable d'utiliser les 66 pour 100 de glucides présents, d'où une véritable *inanition partielle* (cause de l'amaigrissement), état aggravé par une *accumulation de produits toxiques* dérivés des glucides ou causés par leur non-utilisation (cause des accidents nerveux).

III. L'emploi du régime sans glucides, avec facteur B, prouve déjà que le Pigeon, pour son entretien, n'a pas besoin d'hydrates de carbone préformés.

IV. *Une ration privée de facteur* B *peut assurer l'entretien du Pigeon* — au moins pendant un temps très long — *si elle est totalement dépourvue de glucides*, car, dans ce cas, les lipides et les protides étant utilisés et fournissant à eux seuls l'énergie nécessaire, il n'y a pas d'inanition partielle et, d'autre part, le jeûne hydrocarboné, loin de favoriser la production des crises, l'empêche ou la retarde considérablement. Il y aurait donc là, en l'absence de facteur B, un équilibre alimentaire possible, un *équilibre de résistance*.

V. En substituant ce régime sans glucides au régime à base de dextrine (tous deux sans facteur B), on peut guérir momentanément et pendant un temps assez long les troubles provoqués par l'emploi de la ration avec glucides.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rayonnement des homœothermes et le calcul de sensibilités nerveuses.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Daniel Berthelot.

De même que l'on rapporte le rayonnement des corps noirs naturels au *corps noir*, réalisé par un trou très petit dans une enceinte isotherme, on doit rapporter à ce radiateur intégral le rayonnement des homœothermes, qui tendent d'ailleurs vers le dispositif théorique avec les orifices des glandes sudoripares et sébacées.

La différence q entre la chaleur émise par un corps noir, d'aire s, de température θ et la chaleur reçue, à la distance r, par un corps noir, d'aire s',

de température θ_0, est

$$q = \frac{\sigma_{\mathcal{E}}}{\mu\pi} \frac{s.s'}{r^2} (\theta^4 - \theta_0^4); \qquad \pi = 3,1416; \qquad \frac{\sigma_{\mathcal{E}}}{\mu} = 1,28.10^{-12} \frac{\text{petites calories}}{\text{sec : cm}^2};$$

μ, équivalent mécanique d'une caloric. Si l'on fait $s = s' = 1 = r^2$, on a

$$q = 0,404.10^{-12}(\theta^4 - \theta_0^4).$$

Dans un milieu à 20° C. ($\theta_0 = 293$), l'homme ($\theta = 310$) émet, d'après Atwater, $1,27.10^{-3}$, tandis que cette équation, aux mêmes températures, donne, pour le corps noir, $0,752.10^{-3}$.

$\sigma_{\mathcal{E}}$, qui est une constante absolue, varie apparemment avec $\theta^4 - \theta_0^4$, comme il ressort des graphiques ci-contre, que nous avons calculées d'après les expériences de Lefèvre, substituant les quantités correctes aux calories par kilogrammes et par heure de cet auteur et transformant les températures centigrades en absolues.

Nous allons voir que l'on peut *calculer* ces courbes par des expressions d'une même fonction $\lambda_n \Delta\lambda = \varphi(\lambda_n \theta)$, λ_n désignant un λ nerveux, $\Delta\lambda$, la sensibilité stationnaire à ces λ, en somme, à des durées, quantité précédemment étudiée en fonction de $\lambda\theta$ pour l'électromagnétisme (*Comptes rendus*, 4 février) : on a, pour le porc,

$$\lambda\Delta\lambda = 3,26.10^{-2}\sigma.$$

Les variations apparentes de σ s'expliquent par une dilatation des orifices de la peau, corrélative d'une constriction de celle-ci, constriction qui croissant avec la sensibilité aux λ du froid, augmente l'émission calorifique et perturbe la loi de Stefan.

Les fréquences objectives ν, auxquelles réagissent les résonateurs nerveux sont comprises, *en gros*, entre $\nu = 7,25.10^{14}$ (violet) et $\nu = 40$, limite inférieure des vibrations *musicales* : les vibrations nerveuses ν_n sont comprises, en gros, entre $\nu_n = 6,41.10^2$ et $\nu_n = 10$; d'où une relation empirique

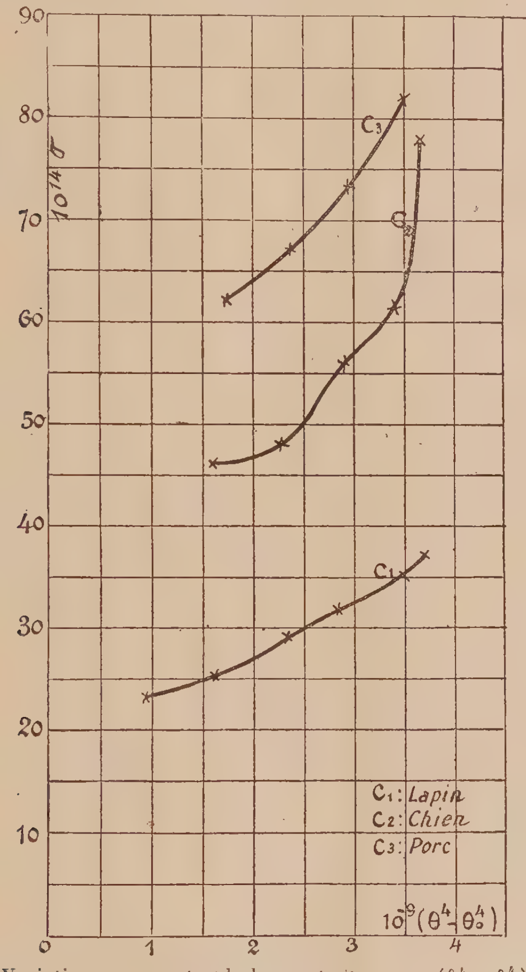
$$(1) \qquad \nu_n = k\nu^{\frac{1}{1,36}} \qquad (K = 6,03).$$

La fonction

$$\Delta\lambda = a\frac{\lambda^3}{\theta}\left[1 - \frac{b}{\lambda\theta} + \frac{c}{\lambda^2\theta^2} + \frac{d}{\lambda^3\theta^3}\right]$$

passe par un maximum compris entre deux minima. Les valeurs de $\frac{\nu}{\theta}$ corres-

pondant respectivement au premier minimum, au maximum et au deuxième minimum sont $1,74.10^{11}$; $1,02.10^{11}$; $3,3.10^{10}$; ce sont des constantes universelles puisque indépendantes des vitesses de propagation V. Posons $\theta = 3,1.10^2$, limite inférieure des températures des homœothermes; nous avons, pour les ν, $5,394.10^{13}$; $3,162.10^{13}$; $1,023.10^{13}$; et d'après (1)



Variations apparentes de la constante $\sigma = \varphi(\theta^4 - \theta_0^4)$ chez quelques homœothermes.

pour les ν_n, 450,5; 418,8; 359,1. La vitesse *moyenne* de propagation nerveuse est $2,8.10^3$: posons comme limite inférieure de cette vitesse $V = 2,63.10^2$, nombre auquel conduisent des calculs, qui montrent en même temps que la constante $a = \frac{h}{2\pi k}$ est universelle. Nous avons les λ_n;

égalant à zéro pour ces valeurs la dérivée

$$\Delta\lambda' = a\theta^{-4}(3\lambda^2\theta^2 - 2b\lambda\theta + c - d\lambda^{-2}\theta^{-2}),$$

nous avons trois équations qui nous donnent b, c, d. On a

$$(2)\qquad \theta^4\Delta\lambda = 7{,}744.10^{-12}\lambda^3\theta^3\left[1 - \frac{8{,}06.10^2}{\lambda\theta} + \frac{2{,}43.10^5}{\lambda^2\theta^2} + \frac{1{,}59.10^9}{\lambda^4\theta^4}\right].$$

En réalité, on a affaire avec un faisceau de courbes $\Delta\lambda$, dépendant des différents V.

Le calcul montre que la fonction $\lambda\Delta\lambda = \varphi(\lambda\theta)$ a un minimum pour $\lambda = 0$, passe par un maximum pour $\lambda\theta = \frac{3b - \sqrt{9b^2 - 32c}}{8}$, par un deuxième maximum pour $\lambda\theta = \frac{3b + \sqrt{9b^2 - 32c}}{8}$, à la condition que $9b^2$ soit $> 32c$; $\lambda\Delta\lambda$ n'a que le maximum du début et deux points d'inflexion pour $24c < 9b^2 \leqq 32c$; le minimum et pas de point d'inflexion pour $9b^2 \leqq 24c$. Dans les courbes de σ du lapin et du chien, il y a deux points d'inflexion; il n'y en a pas chez le porc et l'on a bien, pour celui-ci, avec les paramètres calculés, $9b^2 = 24c$.

Des températures θ auxquelles le porc est exposé on tire, par la loi de Wien, les λ_m, c'est-à-dire les λ d'émission maxima correspondant à ces θ pour le milieu assimilé à un corps noir, ν les fréquences électromagnétiques de ces λ; de celles-ci, par (1), on déduit les ν_n ou les $\lambda_n = \frac{V}{\nu_n}$; on forme les produits $\lambda_n\theta$; par (2), on calcule les $\Delta\lambda$; on vérifie la proportionnalité ci-dessus énoncée entre $\lambda_n\Delta\lambda$ et σ.

Il n'y avait pas inconvénient à poser $\theta = 3{,}1.10^2$ au lieu de $\theta = 3{,}12.10^2$, la température du porc, car si les ν sont légèrement diminués, les V décroissent également un peu; les $\lambda = \frac{V}{\nu}$ restent constants.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la teneur en chlorure de sodium du sang de quelques invertébrés marins.* Note de M. **Marcel Duval**, présentée par M. L. Joubin.

Au cours de recherches sur la pression osmotique du sang des animaux marins, nous avons été amené à doser le chlorure de sodium qui s'y trouve normalement dissous. Des analyses de ce genre ont déjà été faites depuis

longtemps. Quinton, en particulier, a comparé la teneur en chlorure de sodium du milieu intérieur des animaux aquatiques avec celle du milieu ambiant et il est arrivé à la conclusion que « le milieu vital des invertébrés marins est, au point de vue minéral, le milieu marin lui-même » (1). Il trouva que le sang de l'invertébré marin et son milieu extérieur contenaient des doses sensiblement égales de chlorure de sodium, le sang étant tantôt plus riche que l'eau de mer en NaCl ou inversement. Aussi admit-il qu'il y avait égalité entre les concentrations en chlorure de sodium dans le milieu intérieur et dans le milieu ambiant.

Nous avons repris ce travail, particulièrement à propos des crustacés, et nous avons utilisé une méthode de dosage plus précise que celle employée par Quinton (lequel appliquait directement la méthode de Mohr au sang simplement dilué d'eau distillée, sans destruction préalable des matières organiques qui peuvent être une cause d'erreur). Voici la technique de nos dosages :

Les crustacés marins pêchés dans le bassin d'Arcachon sont conservés quelques jours dans les aquariums de la Station biologique. On les saigne par section d'une ou plusieurs pattes et, sur 1^{cm^3} de sang clarifié par repos après agitation, on dose le chlore suivant la méthode de Laudat dont voici le détail : Dans un vase de Bohême on introduit 10^{cm^3} de nitrate d'argent $\frac{N}{20}$, 5^{cm^3} d'acide azotique et 1^{cm^3} du sang soigneusement mesuré. On porte à l'ébullition et l'on ajoute goutte à goutte du permanganate en solution saturée jusqu'à destruction complète des matières organiques. On laisse refroidir, on dilue, on dose l'excès de nitrate d'argent au sulfocyanure.

Cette méthode, très facile à mettre en œuvre et très rapide, est aussi très précise.

On dose de même le NaCl de l'eau de mer de l'aquarium duquel on a retiré l'animal.

Voici les résultats obtenus :

Crustacés.	Teneur en NaCl en grammes par litre — du sang.	de l'eau de mer.
Carcinus mœnas	29,2	33,0
	29,5	32,4
	31,5	34,4
Portunus puber	30,2	33,0
	30,7	32,4
	31,0	33,3
	32,1	34,4

(1) *L'eau de mer, milieu organique* (Paris, Masson, 1904).

Crustacés.	Teneur en NaCl en grammes par litre du sang.	de l'eau de mer.
Platycarcinus pagurus...........	27,5	33,0
	30,1	32,1
	29,8	32,1
	32,7	34,4
Maia squinado..................	31,5	33,3
	31,5	33,3
Pagurus bernhardus.............	28,1	33,0
	25,8	32,7
Homarus vulgaris...............	30,2	31,3
Atelecyclus cruentatus..........	31,8	32,7
Mollusques gastéropodes :		
Buccinum undatum (1)...........	31,8	33,3
Siponculiens :		
Siponculus nudus...............	33,3	33,3
	34,4	34,4

Ce tableau montre que la teneur en NaCl du sang des crustacés étudiés n'est jamais égale, mais toujours inférieure de quelques « pour 100 » au moins à celle de l'eau de mer environnante. Cependant on sait que les pressions osmotiques de ces deux liquides sont très exactement les mêmes. Il existe donc dans le sang de ces invertébrés des substances (probablement organiques) qui interviennent par leur concentration moléculaire pour égaliser la pression osmotique du sang avec celle de l'eau de mer, la teneur du sang en NaCl étant insuffisante pour obtenir ce résultat à elle seule.

Ces conclusions s'appliquent intégralement au sang de *Buccinum undatum*, mollusque gastéropode.

Par contre, chez le siponcle, il y a identité des teneurs du sang et du milieu ambiant en chlorure de sodium.

En résumé, nous constatons que contrairement à l'opinion habituellement admise, classique, le sang d'un certain nombre d'invertébrés marins, en particulier des crustacés, possède une teneur en NaCl plus faible que celle du milieu extérieur, bien qu'il soit isotonique avec ce liquide.

Nous nous proposons d'étendre ces recherches à d'autres invertébrés marins.

(1) Mélange du sang de deux individus saignés par section du pied.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Lois d'action de la laccase : influence de la réaction du milieu.* Note de M. **Paul Fleury**, présentée par M. G. Bertrand.

On connaît, depuis les recherches classiques de G. Bertrand (¹), la sensibilité véritablement considérable de la laccase aux moindres changements de réaction provoqués par l'addition de divers acides. Mais jusqu'ici les auteurs qui se sont occupés de ce sujet ne se sont pas attachés à tracer la courbe d'activité en fonction de la réaction du milieu. Nous avons repris cette étude en utilisant la méthode de mesure décrite précédemment et appliquée déjà à l'étude de l'influence de la concentration du gaïacol et de la pression de l'oxygène (²).

Dans toutes nos expériences, l'activité a été déterminée en maintenant constante la concentration en laccase. Dans une première série, la concentration en gaïacol, en proportion optimum, a été maintenue également constante. Dans une deuxième série, on a fait varier cette concentration.

La réaction du milieu est notée, selon Sörensen, en P_H (³).

I. *Le gaïacol est employé à la concentration de 1 pour 100.* — Quand, dans ces conditions, la réaction du milieu va de P_H 4,5 à P_H 9,0, l'activité d'abord presque nulle passe par un maximum pour P_H 6,7 et retombe presque à zéro pour P_H 9,0. C'est donc au *voisinage de la neutralité théorique* (et du côté acide) que se trouve placé l'optimum d'action de la laccase sur le gaïacol.

II. *Le gaïacol est employé à des concentrations variables.* — 1° Si l'on établit, pour chaque concentration en gaïacol, la courbe d'activité en fonction du P_H (cf. *fig.* 1), on remarque que la *valeur optimum du* P_H *est variable selon la concentration du gaïacol* employée pour déterminer la courbe.

Ce point optimum *se déplace vers le milieu alcalin* au fur et à mesure que la *concentration du gaïacol est plus faible.* Cet optimum passe de 6,7 pour une concentration de 1 pour 100 à 7,6 pour celle de 0,25 pour 100.

On constate en même temps une modification dans la *forme* de la courbe qui tend de plus en plus à « s'aplatir ».

2° Considérant les mêmes résultats sous un angle différent, on peut pour

---

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. 1, 1907, p. 1120, et *Ann. Inst. Pasteur*, t. 21, 1907, p. 673.

(²) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 814 et 1027.

(³) On trouvera dans un autre Recueil le détail des expériences.

chaque P_H dresser la *courbe d'activité en fonction de la concentration en*

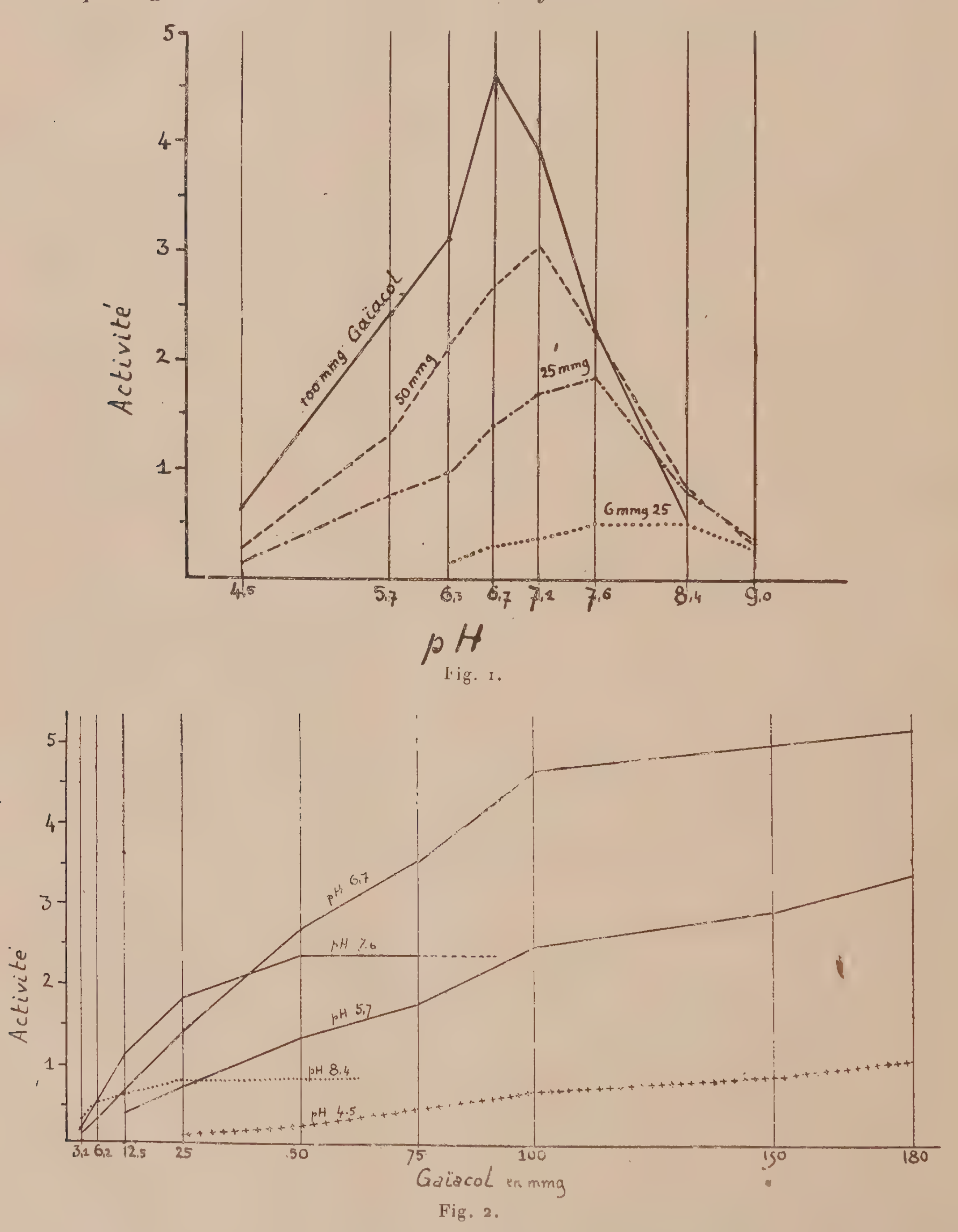


Fig. 1.

Fig. 2.

gaïacol. On constate alors que la courbe avec point d'inflexion signalée

dans notre Note précédente se modifie d'une façon curieuse selon le P_H, comme le montre la figure 2.

Il y a déplacement de ce point d'inflexion qui, d'après notre interprétation, marque la concentration maximum à partir de laquelle l'activité devient indépendante de la quantité de gaïacol en présence. L'inflexion se produit pour une concentration en substrat d'autant plus faible que la valeur du P_H est plus élevée (c'est-à-dire l'alcalinité plus forte). Par exemple, à P_H 6,7 il faut au moins 1 pour 100 de gaïacol pour que l'activité devienne indépendante de ce corps, à P_H 8,4 cette indépendance apparaît dès 0,26 pour 100.

Ces faits, dont quelques-uns avaient déjà été signalés à l'état isolé à propos de divers ferments, n'avaient pas encore été observés dans leur ensemble pour une même diastase.

Interprétation. — Pour les interpréter nous avons été amené, en nous inspirant d'un certain nombre d'auteurs et tout particulièrement de Colin et Chaudun, à formuler une théorie qui les relie d'une façon satisfaisante pour l'esprit.

La courbe à optimum traduirait la *résultante de deux phénomènes* qui conditionnent l'activité de la laccase. Les deux phénomènes seraient l'un et l'autre *influencés par la réaction du milieu*, mais *tout changement dans cette réaction aurait pour effet simultanément de favoriser l'un et de nuire à l'autre.*

L'un serait la proportion selon laquelle s'unissent substrat et ferment, ce qu'on peut appeler le *pouvoir fixateur* de la diastase. La laccase fixerait des quantités de *moins en moins fortes de gaïacol* au fur et à mesure de l'augmentation du P_H, c'est-à-dire de l'accroissement de l'alcalinité. Ainsi s'expliquerait le déplacement du point d'inflexion dans les courbes d'activité en fonction de la concentration du gaïacol.

Le second phénomène serait la *vitesse de transformation du substrat* (« sensibilisé » par son union avec le ferment). Il s'agirait en la circonstance de la *vitesse d'oxydation du gaïacol qui augmenterait quand le* P_H *augmente*, c'est-à-dire quand l'alcalinité croît. On sait en effet avec quelle facilité les phénols s'oxydent en milieu alcalin et, dans un Mémoire récent, Clarens (1), précisément à propos des phénomènes oxydasiques, étudie l'oxydabilité de l'hydroquinone en fonction de l'alcalinité du milieu et apporte un appui à cette hypothèse.

Cette oxydabilité expliquerait le déplacement du P_H optimum vers le milieu alcalin.

(1) *Bull. Soc. chem.*, 4e série, t. 35, 1924, p. 1198.

ANATOMIE. — *Sur une circonvolution rhinencéphalique particulière aux Carnassiers : le* gyrus transversus areæ piriformis. Note de M. **R. Anthony** et Mlle **F. Coupin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

En 1898, M. G. Retzius a noté, chez le Chien, la présence d'une petite circonvolution rhinencéphalique qu'il a nommée *gyrus transversus hippocampi*, mais qu'il est préférable de désigner par le terme de *gyrus transversus area piriformis*, en raison de sa situation à la surface de l'aire piriforme.

Nous avons constaté sa présence, non seulement chez le Chien et tous les Canidés, mais aussi chez les Ours, l'Hyène, le Lion et l'Otarie, ainsi que chez la Loutre et la Fouine, où elle est au surplus beaucoup moins développée. Par contre, chez le Chat domestique, les Viverridés et les petits Mustélidés, on n'en trouve pas d'indication.

En fait, le *gyrus transversus area piriformis* est seulement distinct chez les Carnassiers dont le cerveau atteint un volume suffisant pour comporter un certain degré de gyrencéphalie. De plus, il est spécial à ce groupe, n'existant, d'après les recherches que nous avons faites, chez aucun autre Mammifère à gros cerveau (Ongulés ou Primates).

Il se présente sous l'aspect d'un petit ruban de substance grise qui débute à l'extrémité antérieure de la fissure de l'hippocampe et se dirige vers la terminaison de la rhinale postérieure où il finit, son trajet décrivant une courbe à concavité antéro-inférieure. Chez les Carnassiers à gros cerveau (Ours, Lion), il fait une forte saillie à la surface de l'aire piriforme et prend un aspect godronné caractéristique (voir figure); de plus, chez les Ours, il est en partie operculisé par la lèvre postérieure très développée du *sulcus ursinus*.

Il est à noter que le *gyrus transversus area piriformis* correspond à la région du manteau où s'accomplit le passage de l'écorce rhinencéphalique à l'écorce néopalléale, les axones des cellules pyramidales de cette région allant, les uns à l'alveus et de là au fornix, les autres aux voies conductrices néopalléales, et la connexion étant assurée par les communications entre cellules.

Au point de vue structure, le *gyrus transversus area piriformis* est peu différent de l'aire piriforme sur laquelle il s'étend; cependant, les cellules pyramidales de la couche superficielle y sont plus nombreuses, plus rap-

prochées aussi de la surface, en raison de l'amincissement de la couche moléculaire.

La présence, chez les Carnassiers seulement, dans la région où le rhinencéphale passe au néopallium, d'une circonvolution dont la différenciation



Face mésiale de l'hémisphère gauche d'un Lion adulte. — *g. t.*, *gyrus transversus areæ piriformis.*

est en rapport avec la multiplicité des éléments cellulaires à ce niveau, s'expliquerait peut-être par le très grand rôle que doit jouer chez eux, au point de vue psychique, l'association des sens de l'odorat et du goût. On sait que l'on tend actuellement, et de plus en plus, à localiser le sens du goût dans la région néopalléale où, précisément, le *gyrus transversus area piriformis* aboutit; les faits que nous apportons nous paraissent venir à l'appui de cette opinion.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la présence de* Liponeura cinerascens *Lœw et de* L. brevirostris *Lœw dans la haute vallée de la Meurthe. Adaptation de ces Diptères Blépharocérides à la vie torrenticole.* Note [1] de M. E. **Hubault**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude des représentants de la famille des Blépharocérides fait chaque année de nouveaux progrès. Leur présence a été signalée en d'assez nombreux points du globe à l'intérieur d'une zone comprise d'après Bezzi, entre le 52° latitude Nord et le 40° latitude Sud. Leurs curieuses larves habitent les torrents et les cascades des régions montagneuses, accrochées

(1) Séance du 6 octobre 1924.

aux pierres du fond par six ventouses rangées en une ligne médiane sur la face ventrale du corps. Les nymphes vivent collées sur les roches aux mêmes endroits.

Ces Diptères n'ont pas fait jusqu'ici, en France, l'objet de travaux importants. Mais des recherches entreprises récemment sur la faune des cours d'eau froids de la région de l'Est, nous ont permis de découvrir dans les Hautes Vosges un ensemble de stations où deux espèces de cette famille, *Liponeura cinerascens* Lœw et *L. brevirostris* Lœw, se rencontrent en telle abondance qu'il nous a été possible d'observer sans difficulté les cycles complets de ces insectes et de mettre en lumière certaines particularités de leur biologie qui nous semblent être demeurées obscures jusqu'à ce jour.

La Meurthe, descendant du col de la Schlucht, dans une vallée étroite, aux prés bordés de forêts de Sapin et d'Epicéa, longe le versant occidental de la chaîne centrale des Vosges. Torrentielle elle-même, la rivière a comme tributaires des torrents qui se précipitent en cascades depuis les pâturages et les tourbières des sommets. En aval de la ville de Fraize, elle reçoit à gauche un bras secondaire, la Petite Meurthe, qui arrose le Val de Straiture. Tel est l'habitat des deux espèces que nous avons rencontrées. Des mesures de températures et des dosages d'oxygène dissous, faits par la méthode d'Albert Lévy, nous montrèrent qu'à la fin d'août 1924, la température de ces eaux variait de 8°,75 à 11°,25, pour une teneur en oxygène comprise entre $11^{mg},1$ et $10^{mg},5$ par litre.

Liponeura cinerascens et *L. brevirostris* vivent là côte à côte, bien que les sujets de la première espèce soient moins abondants que ceux de la seconde et paraissent se tenir de préférence plus près des sources des cours d'eau. Les larves et les nymphes couvrent de colonies plus ou moins nombreuses les pierres du fond, dans les bouillonnements des cascades, à tous les endroits où le courant très rapide leur fournit une eau brassée, riche en oxygène.

Au début du mois de juillet 1924, nous remarquâmes des nymphes, ainsi que des larves de toutes dimensions, depuis des jeunes de 2^{mm} de longueur jusqu'à des adultes de 8 et 9^{mm}. Ceci nous porte à croire que le développement complet dure un an au moins : les larves les plus petites proviendraient d'œufs éclos pendant l'automne de l'année précédente; elles n'acquerraient leur taille définitive et ne se nymphoseraient qu'à la fin de l'été. Les larves adultes au début de juillet seraient issues d'œufs éclos dans le courant de l'été précédent et auraient atteint avant l'hiver la moitié au moins de leur plus grande taille.

Dans les derniers jours de juillet, les jeunes larves sont plus rares. Les larves adultes et les nymphes se rencontrent toujours en grand nombre. Nous observons des Insectes parfaits en quantités telles que nous pouvons examiner à loisir l'accouplement, la ponte, les œufs. Nos observations ont porté particulièrement, dans la Meurthe, sur *Liponeura brevirostris*. Le lit du torrent est encombré de nombreux blocs de granite dont les têtes émergent du courant. Dès le début des heures chaudes de la journée, les mâles en grand nombre parcourent ces rochers au voisinage des eaux, voletant de-ci de-là, à la recherche des femelles. L'une d'elles survient-elle, l'accouplement a lieu sur le roc, presque au niveau des eaux. Le mâle, battant vivement des ailes, se place à côté de la femelle et s'élève sur ses pattes un peu plus haut qu'elle. L'extrémité de son abdomen se recourbe alors et recherche l'extrémité de celui de la femelle. Les deux Insectes restent immobiles et l'acte dure au moins un quart d'heure.

La ponte, entrevue par Wierzejski en 1883, puis par Bischoff en 1917 et en 1919, s'est déroulée tout entière sous nos yeux. Les femelles fécondées parcourent les rochers où elles se sont accouplées, volant légèrement au ras des eaux, mais de préférence sur les faces latérales des rocs ou sur la face tournée vers l'aval, là où le niveau est plus constant que sur la face amont, frappée de plein fouet par le courant et les embruns. Si une vague plus haute les emporte, elles remontent immédiatement à la surface sans avoir été mouillées, s'envolent et retournent de suite à l'emplacement qu'elles viennent de quitter. Comme la larve, mais de façon tout autre, l'imago est donc parfaitement adapté au milieu où il vit. Les femelles s'accrochent à la paroi, les ailes frémissantes, l'extrémité aiguë de l'abdomen fouillant les interstices du rocher trempé d'eau. Elles interrompent parfois un instant leur parcours. L'abdomen pose un peu plus longtemps dans une anfractuosité, puis se relève presque perpendiculairement à la surface du roc. Un œuf a été pondu.

En examinant attentivement à la loupe la bande humide léchée constamment par le courant, nous apercevons les œufs déposés soit isolément, soit par petits groupes dans les interstices de la pierre. Fraîchement pondus, ce sont de petits corps d'un blanc de lait, de 500^{μ} sur 250^{μ}. Ils sont fragiles, et bien qu'à peine collés au support par une substance adhésive encore fluide sécrétée par l'oviducte de la femelle, il est difficile de les détacher avec une aiguille sans les écraser. Mais en quelques heures, ils virent au brun et au noir brillant, résultat probable de l'action d'une tyrosinase sur

des produits de désintégration de matières protéiques, en présence de fer et d'oxygène.

Les adjuvants de la mélanisation tels que la lumière, la chaleur, les sels alcalino-terreux sont amplement fournis aux œufs, sur ces blocs de granite exposés au soleil, au milieu du courant. Cette circonstance paraît avoir échappé à Bischoff. Elle rend les œufs presque invisibles à une faible distance et très faciles à confondre avec les paillettes de mica noir ou les parcelles d'amphibole. L'œuf est alors résistant et adhère plus fortement au support.

Pontes et accouplements se répètent pendant toutes les journées chaudes des mois d'été. Le 17 septembre, nous observons encore les Insectes à tous les stades : larves jeunes, larves adultes, nymphes, insectes parfaits s'accouplant et pondant, en plus faible quantité, il est vrai, que six semaines auparavant. C'est le 31 août que nous remarquons des larves récemment écloses. Elles mesurent $0^{mm},8$ de long. Elles ont déjà quitté les places de ponte et se tiennent rassemblées en groupes de plusieurs dizaines, accrochées par leurs ventouses sur les pierres du fond, juste sous les lieux de ponte, mêlées à des nymphes et à des larves plus âgées.

La séance est levée à 15^h45^m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 7 juillet 1924.)

Note de MM. *Locquin* et *Leers*, Sur quelques nouvelles pinacolines :

Page 55, ligne 6, et page 57, lignes 6, 10, 15 et 16, *au lieu de* radical $C^3H^7_{iso}$, *lire* partout $C^3H^7_{norm}$.